

REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS E *WARD-MLM* APLICADOS À  
ANÁLISE DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GOIABA (*Psidium*  
*guajava* L.)

**BIANCA MACHADO CAMPOS**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2012

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS E *WARD-MLM* APLICADOS À  
ANÁLISE DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GOIABA (*Psidium*  
*guajava* L.)

**BIANCA MACHADO CAMPOS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

Orientador: Prof. Alexandre Pio Viana

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ  
MARÇO – 2012

REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS E *WARD-MLM* APLICADOS À  
ANÁLISE DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GOIABA (*Psidium*  
*guajava* L.)

**BIANCA MACHADO CAMPOS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

Aprovada em 15 de março de 2012

Comissão Examinadora:

---

Prof. Ricardo Franco Cunha Moreira (D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas)  
UFRB

---

Prof<sup>a</sup>. Telma Nair Santana Pereira (Ph. D., Plant Breeding) - UENF

---

Prof.<sup>a</sup> Rosana Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF

---

Prof. Alexandre Pio Viana (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF  
(Orientador)

## **DEDICATÓRIA**

Ao Deus do impossível  
À razão do meu viver, minha família,  
Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Deus Pai, o meu refúgio, a minha fortaleza, onde, por muitas vezes, descansei à sua sombra, podendo fazer dela a minha completa habitação. E, assim, pude ter a garantia de que nenhum mal me aconteceria, pois anjos estavam guardando os meus caminhos e me sustentando para que não viesse tropeçar em pedras.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e ao Curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pela riquíssima formação que, com certeza, me fará ultrapassar inúmeras fronteiras no campo profissional.

À FAPERJ, pela concessão da bolsa e auxílio financeiro durante o curso.

Ao meu orientador, Alexandre Pio Viana. Professor, muito obrigada pela sua valiosíssima orientação, pela constante troca de experiência, aprendizado, e pela boa luz que te acompanha, tornando o ambiente de trabalho saudável, alegre, tranquilizador, que nos animou, encorajou nos momentos mais turbulentos e nos assegurou esta caminhada.

À professora Telma Nair, pela paciência, prestatividade, aconselhamentos no início de tudo e ao longo desta minha caminhada.

À professora Rosana Rodrigues, pelos ensinamentos, incentivos, acolhimento e por disponibilizar alguns dos recursos materiais para a condução deste trabalho.

Aos técnicos Geraldo, Vitória e, em especial, ao querido Daniel, por todo o apoio, por todo o auxílio durante as etapas desta pesquisa.

Aos meus amigos-irmãos que ocupam e ocuparão, sempre, o lugar mais lindo em meu coração; em especial, à Taiane, pela amizade mais pura e verdadeira ao longo dessa minha vida; a Maurício, por transformar, em muitos momentos, a tempestade em gotículas de água, que chegam ao solo, alimentam a terra e fazem crescer o que há de melhor nela; à Hérica, pelos momentos inesquecíveis de alegria, de companheirismo, e por ser esse girassol em nossas vidas, que, logo pela manhã, vai à busca do sol e nos ilumina ao longo do dia. A Helen Paixão, que, realmente, nos apaixona todos os dias com sua alegria de viver. A Eileen, por esse coração maternal sempre disposto a ajudar. Amiga, sua existência é luz inesquecível. A Artur, pela amizade tranquila e essencial. Amigos, sem vocês, a minha vitória não teria sentido algum.

Aos demais amigos feitos durante esses dois anos de mestrado, todos foram fundamentais em minha caminhada profissional; em especial, à Silvana, minha companheira, amiga de fé e guerreira de trabalho, que uniu esforços para o desenvolvimento dessa pesquisa. Querida, realmente, um mais um é sempre mais do que dois.

Família, obrigada pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência. À minha razão de viver, meu papai Jakson, pelo cuidado e carinho, e à mamãe Joselita, pelas constantes orações. A meu irmão Bruno e à minha irmã Bárbara, amiga e confidente, que me acompanha desde o ventre de nossa mãe, pelo amor sempre presente.

Ao meu companheiro, parceiro e amigo Roberto. Ainda que eu tivesse o dom de profecia e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência e, ainda que tivesse toda fé, de maneira tal que transportasse os montes, se não tivesse amor, eu nada seria.

À natureza e sua grande riqueza, que me proporcionou trabalhar e conhecer um pouco do vasto mundo das goiabas. Desejo que o conhecimento contido nestas páginas venha atrair pesquisadores e subsidiar futuros trabalhos. Se de alguma maneira isso se concretizar, todo amor e dedicação contidos neste estudo terão valido a pena.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	VII
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	IX
<b>RESUMO</b> .....	X
<b>ABSTRACT</b> .....	XII
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA GOIABA .....	4
2.2. ASPECTOS BOTÂNICOS .....	6
2.3. ASPECTOS GERAIS DO MELHORAMENTO GENÉTICO DA GOIABA .....	7
2.4. ANÁLISE DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA NO MELHORAMENTO DE PLANTAS .....	9
2.4.1. Redes Neurais Artificiais .....	10
2.4.2. Modelo de Localização ML .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
3.1 MATERIAL GENÉTICO .....	14
3.2 CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS E MANEJO DAS PLANTAS .....	16
3.3 CARACTERES ANALISADOS .....	17
3.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	19
3.4.1. Distância Euclidiana .....	19
3.4.2. Método Ward MLM .....	20
3.4.3. Rede Neural Artificial .....	22
3.4.4. Processo Competitivo .....	23

3.4.5. Análise discriminante de Anderson .....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
4.1 MÉDIAS DAS CARACTERÍSTICAS .....	27
4.2 MÉTODO WARD MLM – VARIÁVEIS QUANTITATIVAS.....	39
4.3 REDES NEURASIS – VARIÁVEIS QUANTITATIVAS .....	50
4.4 ANÁLISE DISCRIMINANTE DE ANDERSON - REDES NEURASIS ARTIFICIAIS.....	57
4.5. - MÉTODO WARD MLM- VARIÁVEIS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS.....	61
4.6 CRUZAMENTOS POTENCIAIS PARA FORMAÇÃO DE NOVA POPULAÇÃO DE TRABALHO.....	70
<b>6. RESUMO E CONCLUSÕES.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Cruzamentos realizados para obtenção das famílias localizados no Sítio Providência/Bom Jesus do Itabapoana-RJ. ....	15
<b>Tabela 2</b> - Acessos selecionados para a realização dos cruzamentos localizados no Sítio Providência/Bom Jesus do Itabapoana-RJ. ....	15
<b>Tabela 3</b> - Médias dos 138 genótipos de goiabeira avaliados em Campos dos Goytacazes-RJ.....	28
<b>Tabela 4</b> - Número de grupos formados com base na função logarítmica da probabilidade ( <i>Log-Likelihood</i> ) e seu incremento para variáveis quantitativas. ....	40
<b>Tabela 5</b> - Grupos formados pelos métodos <i>Ward-MLM</i> para as 23 variáveis quantitativas de goiabeira. ....	41
<b>Tabela 6</b> - Médias das variáveis quantitativas para cada um dos cinco grupos formados pelo método <i>Ward-MLM</i> e as duas primeiras variáveis canônicas. ....	42
<b>Tabela 7</b> - Distância entre os grupos formados pelo método <i>Ward-MLM</i> para variáveis quantitativas.....	49
<b>Tabela 8</b> - Grupos formados pelos métodos <i>Ward-MLM</i> para as 23 variáveis quantitativas de goiabeira aplicados nas redes neurais artificiais.....	50
<b>Tabela 9</b> - Médias das variáveis quantitativas para cada um dos cinco grupos formados pelo método Redes Neurais Artificiais.....	51
<b>Tabela 10</b> - Distância ( $D^2$ ) entre os grupos formados com base no agrupamento via redes neurais através da análise discriminante de Anderson.....	58

<b>Tabela 11</b> - Resultado da análise discriminante de Anderson, segundo percentual de classificação correta dos grupos propostos pelas redes neurais artificiais, para <i>Psidium guajava</i> L.....	58
<b>Tabela 12</b> - Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise discriminante de Anderson (1958), com base na classificação proposta pelo método de redes neurais em três grupos, considerando 23 caracteres quantitativos avaliados em 138 genótipos de goiabeira ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	59
<b>Tabela 13</b> – Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise discriminante de Anderson (1958), com base na classificação proposta pelo método de redes neurais em cinco grupos, considerando 23 caracteres quantitativos avaliados em 138 genótipos de goiabeira ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	59
<b>Tabela 14</b> - Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise discriminante de Anderson (1958), com base na classificação proposta pelo método de redes neurais em sete grupos, considerando 23 caracteres quantitativos avaliados em 138 genótipos de goiabeira ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	60
<b>Tabela 15</b> - Número de grupos formados com base na função logarítmica da probabilidade ( <i>Log-Likelihood</i> ) e seu incremento para variáveis quantitativas e qualitativas. ....	62
<b>Tabela 16</b> - Grupos formados pelo método <i>Ward-MLM</i> para variáveis quantitativas e qualitativas. ....	63
<b>Tabela 17</b> - Médias das variáveis para cada um dos sete grupos formados pelo método <i>Ward-MLM</i> para variáveis quantitativas e qualitativas e as três variáveis canônicas.....	64
<b>Tabela 18</b> - Frequência absoluta das variáveis qualitativas em cada um dos sete grupos formados pelo modelo <i>Ward-MLM</i> para características quantitativas e qualitativas dos 138 genótipos de goiaba. ....	65
<b>Tabela 19</b> - Distância entre os grupos formados pelo método <i>Ward-MLM</i> para variáveis quantitativas e qualitativas. ....	69

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Arquitetura da rede neural artificial <i>Kohonen</i> composta por $n$ acessos e $m$ caracteres na camada de entrada, e por $k$ neurônios na camada competitiva. 23	
<b>Figura 2</b> - Função logarítmica de probabilidade (Log-likelihood) com a formação de cinco grupos.....	39
<b>Figura 3</b> - Duas primeiras variáveis canônicas para os cinco grupos formados pela análise <i>Ward-MLM</i> para variáveis quantitativas. ....	49
<b>Figura 4</b> - Gráfico que expressa a função logarítmica da probabilidade ( <i>Log-likelihood</i> ) em relação aos sete grupos formados para variáveis quantitativas e qualitativas em goiabeiras.....	62
<b>Figura 5</b> - Três primeiras variáveis canônicas para os sete grupos formados pelo método <i>Ward-MLM</i> para variáveis quantitativas e qualitativas em goiabeiras.....	69

## RESUMO

CAMPOS, Bianca Machado; Ms.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Março, 2012; REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS E WARD-MLM APLICADOS À ANÁLISE DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GOIABA (*Psidium guajava* L.) Orientador: Alexandre Pio Viana; Conselheiros Telma Nair Santana e Rosana Rodrigues.

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma espécie de grande importância econômica para o Brasil. Porém, a cultura possui problemas relacionados com a desuniformidade quanto ao formato, à coloração e ao tamanho dos frutos, bem como ao alto grau de perecibilidade de frutos na fase de pós-colheita, o que dificulta a inserção do produto no mercado e a ampliação das exportações do mesmo. O estudo da divergência genética é fundamental na seleção preliminar de indivíduos com características superiores para obtenção de híbridos com maior efeito heterótico, o que é essencial em programas de melhoramento genético. O objetivo deste estudo foi avaliar a divergência genética entre genótipos de goiabeira para 26 características físico-químicas e morfoagronômicas. O experimento foi instalado no Colégio Agrícola Antônio Sarlo, no município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro. A população avaliada constituiu-se de 138 combinações híbridas, obtidas a partir de cruzamentos biparentais de goiabeira. Os dados obtidos foram avaliados através da aplicação das técnicas de Redes Neurais Artificiais e *Ward-MLM*, visando identificar genótipos promissores e adequados para a utilização em programas de

melhoramento para a cultura. Através da análise discriminante de Anderson, verificou-se que a formação de três grupos para a técnica rede neural artificial seria o ideal para agrupar os genótipos com taxa de erro aparente de 83,34%. O método *Ward-MLM* para variáveis quantitativas dividiu os genótipos avaliados em cinco grupos. Os grupos mais similares foram os grupos 2 e 5 com distância de 11,86, e os mais divergentes os grupos 1 e 3 com distância de 89,36, sendo estes os mais indicados para cruzamentos. O grupo 1 foi caracterizado por produzir frutos grandes e ácidos, sendo essas características de interesse para a indústria de processamento de alimentos. O grupo 4, apesar de frutos pequenos, foi responsável pelos maiores teores de sólidos solúveis e vitamina C, também importantes não somente para a indústria de alimentos, mas também para o consumo *in natura*. Para as redes neurais artificiais, os grupos mais divergentes foram 1 e 4 com distância de 116,64 e os mais similares foram os grupos 4 e 5. Os grupos mais distantes poderão ser indicados para cruzamentos, pois o grupo 1, embora formado por, apenas, um genótipo, obteve, como destaque, uma maior produção de frutos. Já o grupo 4 caracterizou-se por uma maior média para o teor de sólidos solúveis; esse cruzamento entre o grupo 1 e 4 forneceria frutos com boas qualidades industriais e consumo *in natura*. Pelo método *Ward-MLM* para análise das variáveis quantitativas e qualitativas, simultaneamente, a formação de sete grupos foi responsável por alocar os genótipos. Os grupos mais similares foram o 4 e 5 com distância de 9,91, e os mais distantes foram o 6 e 7 com valor de 33,04; o cruzamento entre os grupos mais divergentes forneceria frutos com maiores rendimentos de polpa, vitamina C, pH, sendo essas características de interesse para a indústria. Verificou-se que as técnicas foram capazes de separar, eficientemente, os genótipos em grupos distintos, havendo, dentro de cada grupo, homogeneidade e heterogeneidade entre os mesmos. Observou-se, na população de estudo, a presença de divergência genética entre os genótipos avaliados. Verificou-se que as técnicas empregadas foram capazes de identificar essa divergência, sendo as informações resultantes importantes para o programa de melhoramento da cultura, pois permitem identificar genótipos superiores, que podem ser indicados para futuros cruzamentos, bem como para formação de população.

## ABSTRACT

CAMPOS, Bianca Machado, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, March, 2012; ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND WARD-MLM APPLIED TO ANALYSIS OF GENETIC DIVERGENCE IN GUAVA (*Psidium guajava* L.) Advisor: Alexandre Viana Pio; Consuelors: Telma Nair Santana and Rosana Rodrigues.

Guava (*Psidium guajava* L.) is a species of great economic importance to Brazil. But the culture has problems with uniformity on the shape, color and fruit size as well as the high degree of perishability of fruit in the post-harvest, which makes hard the insertion product on the market and its export. The study of genetic diversity is essential in the preliminary selection of individuals with superior characteristics to obtain hybrids with high heterotic effect, which is essential in breeding programs. The objective of this study was to evaluate the genetic diversity among genotypes of guava for 26 physicochemical and agronomic traits. The experiment was conducted at Colégio Agrícola Antônio Sarlo, in Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. The population consisted of 138 hybrid combinations derived from bi-parental crosses of guava. The data were evaluated by applying the techniques of Artificial Neural Networks and Ward-MLM, with goal to identify promising genotypes suitable for use in the genetic breeding guava. By discriminant analysis Anderson, it was found that the formation of three groups by use of neural artificial network technique would be ideal for grouping genotypes

with an 83,34% error rate. The Ward-MLM method for quantitative variables divided the genotypes into five groups. The most similar groups were the groups 2 and 5, with a distance of 11.86, and the most divergent groups 1 and 3 with a distance of 89.36, these being indicated for plant breeding. Group 1 was characterized by producing large fruits and acids, these being features of interest for food industry. Group 4 while small fruits, was responsible for the higher soluble solids and vitamin C, also important not only for the food industry, but also for fresh consumption. For the artificial neural networks, the more different groups were 1 and 4, with a distance of 116,64, and the more similar groups were 4 and 5. The more distant groups may be suitable for breeding, as though a group formed by one genotype, achieved prominence as a higher fruit production. The group 4, characterized by a higher average for the soluble solids content, this intersection between group 1 and 4 would provide industry with good fruit and fresh consumption. By *Ward-MLM* method for analysis of quantitative and qualitative variables while the formation of seven groups was responsible for allocating the genotypes. The groups were similar over the 4 and 5 with a distance of 9,91 and the most distant were the 6,07 value of 33,04 with a cross between the most divergent groups provide the highest yield of fruit pulp, vitamin C, pH, these being features of interest to the industry. It was found that the techniques are capable of efficiently separating into distinct genotypes within each group having homogeneity and heterogeneity between them. We observed in the study population, the presence of genetic divergence among the genotypes. It was found that the techniques employed were able to identify these differences, the resulting information is important for crop improvement program, making it possible to identify genotypes that may be suitable for future breeding as well as for training of the population.

## 1. INTRODUÇÃO

A goibeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie nativa da América Tropical e, amplamente, distribuída na região, desde o México até o Brasil (Medina, 1988). É uma planta de grande importância econômica para o Brasil, sendo o mesmo o terceiro maior produtor mundial de goiaba, após a China e a Índia (Azzolini et al. 2004). Os principais estados produtores são: Bahia, Minas Gerais e São Paulo. O Estado do Rio de Janeiro, atualmente, ocupa a quinta colocação entre os estados produtores de goiaba (IBGE, 2009).

Na região Norte Fluminense, a fruticultura se mostra favorável para incremento da economia local, devido às condições edafoclimáticas, proximidade às instalações portuárias e por representar alternativa viável à monocultura canavieira (Filho et al. 2009).

A goiaba possui uma série de qualidades nutricionais. É rica em ácido ascórbico, cálcio, vitamina E, fibra, licopeno, vitamina A, B6 e B2 (Lima et al. 2002). Além do mais, a goiaba pode ser consumida *in natura* ou após processamento. No que se refere à indústria, a goiaba é a matéria-prima de uma variedade de produtos processados, tais como, bebidas, sorvetes, geleias e produtos desidratados e enlatados (Adsule et al., 1995).

No Brasil, muitas variedades de goiaba são provenientes de seleções feitas em campo, principalmente por imigrantes japoneses, que obtiveram genótipos com boa qualidade para a comercialização (Santos et al., 1998). Essa seleção foi

possível devido ao fato dos pomares de goiabeiras, no Brasil, apresentarem alta variabilidade genotípica, uma vez que a grande maioria dos pomares é formada por mudas oriundas de sementes, o que possibilita redução do custo da muda (Pereira et al., 1995; Santos et al., 1998). Esse tipo de propagação torna os pomares bastante heterogêneos no que se refere à produtividade, hábito de crescimento, porte da planta, arquitetura da copa, cor, sabor, consistência e tamanho dos frutos, além de rendimento da polpa (Santos et al., 1998). Entretanto, essa alta variabilidade vem gerando sérios problemas em sistemas de produção mais tecnificados, pois dificulta a execução racional de todas as práticas culturais, desorganizando o sistema de manejo por parte do produtor (Oliveira, 2008).

Por outro lado, a ocorrência dessa heterogeneidade, aliada à procura por genótipos adaptados às condições locais, possibilita estudos que visem à avaliação e caracterização de genótipos para a quantificação da divergência genética, tanto para a seleção de indivíduos superiores ou melhores adaptados, bem como para indicação dos melhores cruzamentos a serem realizados, visando a uma maior ocorrência de efeito heterótico na geração híbrida e, por conseguinte, maior probabilidade de recuperação de segregantes superiores em gerações avançadas (Amaral Júnior et al., 2010)

Os programas de melhoramento genético utilizam várias técnicas, desde as clássicas às ferramentas biotecnológicas para a identificação da divergência genética entre os indivíduos (Oliveira et al., 2008). No estudo da divergência, não existem métodos únicos. O melhorista deve, de forma crítica, avaliar cada situação e otimizar os recursos disponíveis para alcançar os objetivos (Borém e Miranda, 2005). Uma das maneiras de se avaliar a divergência genética é por meio do estudo simultâneo de diversos caracteres, visando à determinação da dissimilaridade genética, sendo esta uma ferramenta eficiente para se dar início a um programa de melhoramento (Loarce et al., 1996).

Dessa forma, este estudo foi realizado com o objetivo de estimar a divergência genética entre 138 genótipos de goiabeira (*Psidium guajava* L.), cultivados no município de Campos dos Goytacazes, no Estado do Rio de Janeiro, com base em informações oriundas de variáveis físico-químicas e morfológicas, aplicando as técnicas multivariadas das Redes Neurais Artificiais e

do *Ward-MLM*, visando a caracterizar, agrupar, identificar e indicar genótipos promissores e adequados para a utilização em Programas de Melhoramento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos gerais da cultura da goiaba

Dentre as diferentes espécies do gênero *Psidium*, a espécie *Psidium guajava* L. é a que possui maior potencial para a exploração econômica (Pereira e Nachtigal, 2002). Os colonizadores espanhóis e portugueses, após a descoberta do Novo Mundo, foram os responsáveis por levar goiabeiras para a Índia Oriental. A goiaba foi, logo, adotada como cultura na Ásia e nas regiões quentes da África. A goiaba, também, era encontrada no Egito e Palestina, e vista, ocasionalmente, na Argélia e na costa mediterrânea da França (Pommer et al.,2006).

Embora, amplamente, cultivada em áreas tropicais e subtropicais, a sua origem é incerta. No entanto, muitas informações levam a crer que a origem americana da goiabeira é compreendida da região do México ao Brasil, de onde muitas espécies do gênero *Psidium* foram originadas (Pereira e Nachtigal, 2002).

As primeiras referências sobre a goiabeira são do cronista espanhol Oviedo entre 1514 e 1557, quando este estava no Haiti (Pereira e Nachtigal, 2002). Embora a goiabeira tenha sido domesticada há mais de 2.000 anos, foi somente em 1526 que o primeiro cultivo comercial de goiaba foi relatado nas ilhas caribenhas (Yadav, 2006).

O Brasil tem grandes áreas agricultáveis com clima e solos favoráveis à produção da goiaba (Pereira e Nachtigal, 2002). Essa cultura tem grande

importância econômica, tanto para o mercado interno como para exportação, devido à possibilidade do aproveitamento do fruto para produção de produtos de grande valor agregado, como polpa, néctar, suco, compota, biscoitos e muitos outros produtos, além de ser, amplamente, consumida como fruta fresca (Natale et al., 2009).

Outro fator de importância para a cultura da goiabeira é o alto valor nutritivo do fruto, rico em licopeno, vitamina C, beta-caroteno e fibras, além dos micronutrientes de grande valor para o organismo (Lima et al., 2002).

A goiaba é um dos frutos tropicais de maior aceitação no País (Natale et al., 2009). Pomares comerciais são encontrados desde o Rio Grande do Sul, passando por São Paulo, Minas Gerais, Goiás até o Norte e Nordeste brasileiro. Os principais estados produtores são: Pernambuco, Bahia e São Paulo (Natale et al., 2009).

No estado do Rio de Janeiro, a área plantada com goiabeira ficou em torno de 600 hectares, com uma produção em torno de 12,0 t e rendimento médio de 19.686 kg/ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2009). O município de maior destaque para a produção de goiaba foi Cachoeiras de Macacu com 3.340 t e 200 ha de área plantada, com rendimento médio de 16,7 Kg/ha<sup>-1</sup> de fruto. Em Campos dos Goytacazes, a quantidade de goiaba produzida, no ano de 2009, ficou em torno de 450 t, com, apenas, 25 ha de área plantada, resultando em rendimento médio de 18 Kg/ ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2009).

No Brasil, parte significativa dos pomares comerciais de goiabeira foi implantada com mudas obtidas a partir de sementes, devido à facilidade de propagação, originando pomares com grande heterogeneidade (Pereira e Nachtigal, 2002). Dessa maneira, a seleção de plantas desses pomares possibilitou a obtenção de cultivares de goiabeira com características adequadas ao consumo como fruta fresca ou industrializada (Pereira e Martinez Júnior, 1986).

Entretanto, a goiabeira, ainda, é pouco comercializada no cenário agrícola mundial devido à falta de uniformidade quanto à forma, coloração, tamanho dos frutos e alto grau de perecibilidade na fase de pós-colheita, fatores que constituem um entrave para sua inserção e ampliação no mercado interno e externo (Faveret et al., 2000).

## 2.2. Aspectos botânicos

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), pertence à família *Myrtaceae*, possui mais de 130 gêneros e 3000 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e sub-tropicais do globo, principalmente na América e na Austrália (Watson e Dallwitz, 2008).

O gênero *Psidium* ( $2n=2x=22$ ) tem cerca de 150 espécies, dentre as quais se destacam: *P. guajava* L.(goiaba), *P. catleyanum* Sabine (araçá-doce, araçá-de-praia ou araçá-de-coroa) e *P. guineense* Swartz ou *P. araçá* Raddali (araçá-verdadeiro ou araçá azedo) (Pereira et al., 1995). As cultivares disponíveis aos produtores brasileiros são: Kumagai, Pedro Sato, Sassaoka, Paluma, Rica, Ogawa nº 1 e Século XXI (Pereira e Nachtigal, 2002).

Embora existam várias espécies dentro do gênero *Psidium* com potencial para exploração econômica, a goiabeira é, praticamente, a única que tem interesse comercial. As demais têm importância para constituição de bancos de germoplasma e como fonte de material para programas de melhoramento (Santos et al., 2011).

A goiabeira possui porte pequeno a médio, geralmente de 3 a 5 m de altura, sendo tortuosa e esgalhada. Em alguns casos, atinge 8 m de altura. Possui casca lisa, delgada, castanha arroxeadas. Seus ramos direcionam-se paralelamente ou perpendicularmente ao solo. Os ramos chamados do ano possuem, mais ou menos, 60-150 cm de comprimento. Apenas nestes ramos, surgem as inflorescências. Os ramos netos surgem do ramo do ano e produzem frutos, sendo fundamental para ampliar o período de safra em pomares de mesa (Pereira e Nachtigal, 2002).

O fruto é uma baga globosa. Internamente tem um mesocarpo de textura firme, preenchido por uma massa de consistência pastosa, onde estão numerosas sementes. Seu formato varia de redondo a piriforme. A cor da polpa é variável, podendo ser branca, vermelha, amarela ou rosa (Natale et al., 2009).

As folhas são completas, oblongas, pubescentes na parte abaxial, com nervuras secundárias ao longo da principal. As flores são pentâmeras e hermafroditas, sem glândulas nectaríferas, com androceu formado por numerosos

estames (aproximadamente 350). O gineceu, com ovário ínfero, é tri, tetra ou plurilocular, com numerosos óvulos (Pereira e Nachtigal, 2002).

Considerando a receptividade do estigma, muitos são os trabalhos encontrados na literatura. Porém, os mesmos divergem quanto ao requerimento de polinização da goiabeira. Alguns autores afirmam que o estigma se torna receptivo dois dias antes da antese (Singh e Sehgal, 1968). No entanto, (Boti (2001) sugere que ele fica receptivo momentos antes da antese e, assim, permanece por 30 horas. Por outro lado, Soubihe Sobrinho (1951) assume que a receptividade do estigma inicia-se no momento da antese e Balasubrahmanyam (1959) afirma que esta, apenas, acontece 2 a 3 horas após a abertura da flor. Isso gera inúmeras hipóteses sobre o sistema reprodutivo da goiabeira como autopolinização (Singh e Sehgal 1968), não apresentando autoincompatibilidade (Boti 2001). Entretanto, Hirano e Nakasone (1969) encontraram autoincompatibilidade parcial na goiabeira. Alves (2000) e Alves e Freitas( 2007) compararam diferentes tipos de polinização e constataram que a polinização cruzada produz mais frutos do que a autopolinização e polinização controlada, e que ela pode incrementar a produção em, até, 39,5% em relação à autopolinização. Os mesmos autores afirmam que isso se dá devido ao fenômeno de autoincompatibilidade da goiabeira e por ela ser uma planta alógama com taxa de polinização cruzada maior que 35% (Alves e Freitas, 2007).

Trabalho de Balasubrahmanyam (1959) reforça que a polinização cruzada, realmente, confere um aumento na produtividade de frutos devido à morfologia da flor da goiabeira. Elas têm flores brancas com antese durante o dia e odores adocicados, além de suas flores serem superficiais e anteras com bastante pólen, o que as torna bastante visitadas por abelhas (*Apis mellifera*), o principal agente polinizador da goiabeira (Alves, 2000). Para cada grupo de 100 botões, colhem-se 20 frutos (geralmente), sendo o pegamento das flores maior na base do ramo (Alves e Freitas, 2007).

### **2.3. Aspectos gerais do melhoramento genético da goiaba**

A introdução da goiabeira, em muitas partes do mundo, pelos navegadores espanhóis, que, mesmo sem o conhecimento prévio, fizeram o melhoramento por

meio da seleção de plantas com características mais atrativas, fez com que a história do melhoramento genético da goiabeira se confundisse com a origem da cultura (Pereira e Nachtigal, 2002).

Os primeiros trabalhos científicos de melhoramento da goiabeira começaram a surgir na metade do século XX, principalmente nos Estados Unidos, em Porto Rico, na Índia e no Egito. No Brasil, as pesquisas se iniciaram no ano de 1951, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. A partir daí, outros trabalhos foram conduzidos com essa cultura. Porém, as principais cultivares produtoras de frutos destinados ao consumo como fruta fresca surgiram de trabalhos desenvolvidos por produtores de origem japonesa (Pereira e Nachtigal, 2002).

Segundo (Pereira et al., 1995), parte dos pomares comerciais de goiabeira, no Brasil, foi implantada com mudas obtidas a partir de sementes, originando pomares com grande heterogeneidade. Também houve introdução de material genético melhorado no país, vindo da Austrália, dos Estados Unidos e da Índia, trazendo grande contribuição para o melhoramento da espécie e, conseqüentemente, para o surgimento de novas cultivares, sendo as mais importantes a 'Rica' e a 'Paluma' (Corrêa et al., 2002).

Por muito tempo, a maioria das cultivares de goiabeira foi obtida através da seleção de plantas provenientes de pomares de polinização aberta (Pommer et al. 2006). Desses pomares, muitas plantas com características superiores foram selecionadas e tiveram suas características fixadas por meio da propagação assexuada. A maioria dos programas de melhoramento genético está baseada na polinização artificial, utilizando plantas que tenham características de interesse para obtenção de novas cultivares (Pereira e Nachtigal, 2002).

Para Pereira e Martinez Júnior (1986), a condução de estudos genéticos clássicos tem sérios problemas na goiabeira, devido à sua alta heterogeneidade, à grande capacidade de adaptação, ao longo ciclo de vida e à exigência de grandes espaçamentos.

Segundo Filho (2009), as características da goiabeira a serem melhoradas vão depender do destino que será dado ao fruto. Para Pereira e Nachtigal (2002), a goiaba deve ter massa do fruto maior que 100 g, polpa vermelha, rendimento de polpa superior a 70%, sólidos solúveis acima de 10 °Brix, conteúdo de vitamina C

ao redor de 100 mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa e uma produção mínima de 30 t ha<sup>-1</sup>. Além dessas características relacionadas ao fruto, a goiabeira, também, deve apresentar hábito de crescimento lateral e tolerância a pragas e doenças (Pereira e Nachtigal, 2002).

#### **2.4. Análise da divergência genética no melhoramento de plantas**

A divergência genética, de acordo com (Amaral Júnior et al, 2010), é a distância genética entre populações, indivíduos ou organismos, com base numa série de características, que podem ser morfoagronômicas, fisiológicas, bioquímicas, polimorfismos de DNA, dentre outras. Para Falconer (1987), é a diferença entre as frequências alélicas das populações.

A grande importância dos estudos de divergência genética está no conhecimento do grau de variabilidade genética das populações (Amaral Júnior et al., 2010) Este estudo se destina à identificação de genitores adequados à obtenção de híbridos com maior efeito heterótico e com maior probabilidade de recuperação de segregantes superiores em gerações avançadas (Cruz, 2006).

Uma das maneiras básicas de inferir a divergência genética é através de métodos preditivos que tomam por base as diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando-as em alguma medida de dissimilaridade, que expressa o grau de divergência genética entre os genitores (Cruz e Carneiro, 2006), como, por exemplo, a distância Euclidiana ou a distância de Gower. Esta última é usada quando são avaliados, em conjunto, diferentes tipos de características (Amaral Júnior et al., 2010).

A análise multivariada possibilita a indicação de genitores divergentes para estratégias de cruzamentos. Inúmeras são as possibilidades, mas o princípio se mantém em cruzar genitores mais afastados genicamente e com as melhores características agronômicas desejadas, gerando uma maior tendência de ocorrência do efeito heterótico na geração híbrida (Amaral Júnior et al., 2010)

As análises multivariadas têm sido empregadas em muitos estudos na divergência genética, na caracterização dos indivíduos, como critério e indicadores na seleção de genótipos promissores para a utilização em programas de melhoramento genético e para a conservação de germoplasma de muitas

espécies. Dentre os trabalhos com a cultura da goiaba, pode-se citar o trabalho de Dinesh e Vasugi, (2010), que, utilizando-se de 15 caracteres morfológicos analisados pelo método dos componentes principais, encontraram uma considerável diversidade dentro da espécie de *P. guajava*; Filho (2009) objetivou quantificar a divergência genética de acessos de goiabeiras a partir de dados binários, multicategóricos, quantitativos e análise conjunta, além do estudo da influência da época do ano e tempo de prateleira nas características físico-químicas dos acessos. O autor, em seu estudo, verificou que os acessos avaliados tiveram atributos favoráveis para a industrialização. Pessanha et al. (2011) quantificaram a diversidade genética entre 20 acessos de *Psidium* spp através da análise de agrupamento hierárquico e método de otimização e observaram a presença de acessos similares e divergentes. Santos et al (2011) analisaram 69 acessos de *Psidium*, coletado em seis estados brasileiro. Através dos métodos *Tocher*, *K-means* e componentes principais, as técnicas de análise multivariada foram eficazes para a discriminação dos acessos.

Vários métodos multivariados podem ser aplicados a depender do objetivo do estudo e experiência do pesquisador que verificará qual a técnica mais adequada aos dados. Dentre esses métodos, destacam-se as técnicas de redes neurais artificiais, propostas por Barbosa (2010) e o *Ward MLM (Modified Location Model)*, proposto por Franco et al., (2008).

#### **2.4.1. Redes Neurais Artificiais**

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são técnicas computacionais que propõem um modelo inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência (Pereira, 2009).

Ao contrário das técnicas convencionais de computação, em que um programa de computador precisa ser desenvolvido para resolver um dado problema, as redes neurais aprendem a resolver problemas por aprendizado e experiência, como ocorre com os seres humanos (Mingoti, 2007).

As Redes Neurais são uma alternativa à utilização de técnicas estatísticas para a classificação e agrupamento de dados (Bragas et al., 2000). Elas podem, também, ser utilizadas para encontrar correlações e agrupamentos naturais entre

as variáveis disponíveis. Para que as RNAs sejam empregadas, não é necessário conhecer a distribuição estatística dos dados, diferente de muitas das técnicas estatísticas utilizadas (Silva et al., 2008).

No contexto dos recursos genéticos, essa tecnologia se enquadra nas situações em que se deseja prever algo, reconhecer algum padrão de resposta e agrupar ou classificar indivíduos de origem desconhecidas (Amaral Júnior et al., 2010).

As RNAs apresentam características particulares, tais como: capacidade de aprender, generalizar, agrupar ou organizar dados; não linearidade; mapeamento de entrada e saída; adaptabilidade; respostas com níveis de confiança; agregação de informação contextual; tolerância a falhas; uniformidade de análise e projeto e analogia neurobiológica (Braga et al., 2000), não havendo a geração de restrições (Amaral Júnior et al., 2010).

Há diversos tipos de redes neurais e maneiras de classificá-las. Dentre os modelos de RNAs, destaca-se o modelo Mapa Auto-Organizável, introduzido por Kohonen (1982). Esse modelo possui a vantagem de não exigir do pesquisador a aplicação de nenhuma teoria acerca da organização desses dados. Quanto à forma de aprendizado, o modelo de Kohonen é classificado como não supervisionado, ou seja, a rede “analisa” os conjuntos de dados apresentados, determina algumas propriedades dos conjuntos de dados e “aprende” a “refletir” essas propriedades na sua saída.

A rede utiliza padrões, regularidades e correlações para agrupar os conjuntos de dados em classes. As propriedades que a rede vai “aprender” sobre os dados podem variar em função do tipo de arquitetura utilizada e da lei de aprendizagem (Braga et al., 2000).

O modelo de Kohonen é uma rede de duas camadas que pode organizar os dados de entrada a partir de um início aleatório. O cenário resultante mostra os relacionamentos naturais entre os padrões que são fornecidos à rede. A rede combina uma camada de entrada com uma camada competitiva de unidades processadoras e é treinada pelo algoritmo de aprendizagem não supervisionada (Haykin, 2001). Os padrões que chegam a RNA são classificados pelas unidades que eles ativam na camada competitiva. Similaridades entre os padrões são mapeadas em relacionamentos de proximidades sobre a grade da camada

competitiva. Depois que o treino está completo, os relacionamentos e agrupamentos entre os padrões são observados na camada competitiva (Haykin, 2001).

O uso da tecnologia de redes neurais artificiais vem se enquadrando no contexto da agricultura de diversas formas, como, por exemplo, na identificação dos estádios iniciais do desenvolvimento de pragas ou doenças (Silva et al., 2005), que identificaram, através das redes neurais artificiais e componentes principais, estádios iniciais do desenvolvimento da Sigatoka Negra, em nível de campo, na bananicultura o que garantiu medidas de controle mais eficazes no controle da doença, bem como redução nos danos e prejuízos; em agrupamento de dados, Dutra et al.(2009) estudaram a associação entre as redes neurais e Ward, visando a agrupamento mais definido para diversos bancos de dados; Picoli (2007) estimou a produtividade da cana-de-açúcar, utilizando variáveis quantitativas e qualitativas segundo modelo de redes neurais artificiais e obteve resultados satisfatórios na estimativa da produtividade agrícola de talhões com cana-de-açúcar; no estudo da divergência em fruteiras, Barbosa et al. (2011) verificaram que o uso das redes neurais se mostrou viável na classificação dos acessos de mamoeiro para oito caracteres quantitativos, observando presença significativa de diversidade genética entre os acessos avaliados.

#### **2.4.2. Modelo de Localização ML**

A fim de analisar uma série de variáveis em conjunto, Olkin e Tate (1961) propuseram o modelo de localização (ML), ou *Location Model* (LM), para classificar os  $n$  indivíduos, quando  $p$  variáveis contínuas e  $q$  variáveis discretas são mensuradas em um ambiente (Ortiz et al., 2008). O LM combina os níveis de todos  $q$  variáveis discretas em uma única variável multinomial  $W$ , com níveis  $m$  ( $w= 1, 2, \dots, m$ ).

A definição do número de grupos se dá através da função logarítmica da probabilidade (*Log-Likelihood*), de acordo os critérios do pseudo-F e pseudo-t<sup>2</sup>, combinando o perfil da verossimilhança com o teste da razão da verossimilhança (Franco et al., 2008).

Franco et al. (1998) modificaram o LM e propuseram o *Modified Location Model* (MLM), assumindo que  $m$  níveis de  $W$  variáveis e o  $p$ - variáveis multinormais, para cada subpopulação, são independentes.

A estratégia consiste em duas etapas, sendo que, na primeira etapa, os grupos são definidos pelo método de agrupamento *Ward* (Ward Júnior, 1963), usando a matriz de dissimilaridade de *Gower* (Gower, 1971). Na segunda etapa, a média do vetor da variável quantitativa para cada sub-população, independente dos valores de  $W$ , é estimada pelo procedimento MLM. Essa abordagem estatística permite utilizar toda a informação disponível sobre o germoplasma em questão, tanto das variáveis quantitativas quanto das qualitativas. Essa técnica permite a definição do número ótimo de grupos e o cálculo de uma medida dos grupos com alta precisão, uma vez que a técnica permite identificar, de forma fidedigna, a melhor probabilidade de cada acesso se alocar em grupos específicos (Amaral Júnior et al., 2010).

Embora essa técnica use todas as informações disponíveis, qualitativas ou quantitativas, poucos são os trabalhos que utilizam esse procedimento. Por exemplo, Ortiz et al. (2008) classificaram raças de milho através de características qualitativas e quantitativas; Gonçalves et al. (2009) avaliaram a divergência genética com base em dados morfológicos, agronômicos e molecular em acessos de tomate, utilizando o procedimento *Ward-MLM*; Cabral et al. (2010) quantificaram a diversidade entre acessos de feijoeiro, também, usando a estratégia *Ward-MLM*; Sudré et al. (2010) avaliaram a variabilidade genética em *Capsicum* spp com base em dados morfológicos e agronômicos, também, utilizando o *Ward-MLM*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material Genético

A população avaliada, neste trabalho, foi obtida por cruzamentos controlados biparentais e pela autofecundação do genitor 2 (Tabela 1). Os cruzamentos entre os genitores foram realizados em setembro e outubro de 2008, no município de Bom Jesus do Itabapoana, que se localiza na região Noroeste Fluminense, situado a 21° 08' 02" S e 41° 40' 47" W, com altitude de 88 m, clima tipo Aw, tropical sub-úmido e seco, com temperatura média anual oscilando de 22 a 25°C e precipitação média anual entre 1.200 e 1.300 mm.

Os genitores utilizados para cruzamento foram selecionados por análise molecular e estudo da diversidade genética (Pessanha et al., 2011) Tabela 2. As sementes dos frutos desses cruzamentos que vieram de genitores com considerável grau de heterozigose deram origem a uma população  $F_1$  de ampla variabilidade genética, devido à população  $F_1$  estar se comportando como  $F_2$ , ou seja, uma população segregante.

Tabela 1 – Cruzamentos realizados para obtenção das famílias localizados no Sítio Providência/Bom Jesus do Itabapoana-RJ.

<b>Famílias</b>	<b>Ascendência</b>
1	05*04
2	02*01
3	Autofecundação 02
4	02*09
5	04*03
6	06*05
7	07*06
8	03*04
9	05*02

Tabela 2 - Acessos selecionados para a realização dos cruzamentos localizados no Sítio Providência/Bom Jesus do Itabapoana-RJ.

<b>Acessos</b>	<b>Características dos acessos</b>	<b>Localização</b>
1- UENF 1830	Fruto penca unitária Enxertado (Paluma)	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ
2- UENF 1831	Precoce Enxertado	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ
3- UENF 1832	Tardia, folha rugosa Estaca e apresenta nível de resistência a Ferrugem	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ
4- UENF 1833	Fruto grande, periforme Crescimento horizontal	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ
5- UENF 1834	Amadurecimento Uniforme (ao mesmo tempo)	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ
6- UENF 1835	Folha fina Porte Desuniforme (poda)	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ
7- UENF 1836	Crescimento horizontal	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ
8- UENF 1837	Cortibel, ES bem tardia	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ
9- UENF 1838	Goiaba Branca Pé Franco (via semente)	Sítio Providência- Bom Jesus do Itabapoana/RJ

### 3.2 Condições experimentais e manejo das plantas

O trabalho foi conduzido na área experimental, em Campos dos Goytacazes-Norte do Estado do Rio de Janeiro, no Colégio Agrícola Antônio Sarlo, onde estão localizadas 420 combinações híbridas de *Psidium guajava* L, espaçadas a 1,5 m entre plantas na linha e a 3,0 m entre linhas; a área experimental onde os genótipos estão plantados possui cerca de 0,24 hectares.

Os genótipos, plantados em junho de 2009, tiveram sua primeira poda de formação no mês de dezembro do mesmo ano. Essa poda é importante para que a copa seja baixa e facilite outros procedimentos, tais como as podas de limpeza, desbastes dos ramos, poda de frutificação que consiste no encurtamento dos ramos terminais do ano, ensacamento e colheita dos frutos. A poda de formação consistiu em deixar uma só haste com, mais ou menos, 60 cm, retirando-se a gema terminal. Até 25 cm abaixo dessa gema do ápice da planta, foram deixados quatro ramos em sentidos opostos, distribuídos aos pares. Após o amadurecimento dos ramos primários, os mesmos foram podados até ficarem com 45 cm de comprimento. Após isso, deixou-se livre a formação da copa.

A poda de frutificação consistiu no encurtamento dos ramos que produziram na primeira safra de modo a manter a planta sempre produtiva, estimulando novas brotações que se mantiveram frutíferas para a segunda safra. Após três meses da poda de frutificação, realizada em setembro de 2010, as goiabeiras floresceram e, após cinco meses, os frutos já estavam em condições de serem colhidos e avaliados. O período de colheita dos frutos se estendeu de fevereiro de 2011 a abril do mesmo ano. Os genótipos possuíam idade de três anos no período da colheita dos frutos.

As plantas receberam os tratamentos culturais recomendados para a cultura (Neto, 1990), como a condução da planta, adubação, irrigação, controle das plantas daninhas e controle de pragas, tais como o gorgulho (*Conotrachelus psidii* Marshal), psilídio (*Trizoida* sp.), lagartas e doenças, tais como ferrugem. As pragas e doenças foram controladas com o uso dos defensivos Confidor (Evidence) e Leybacid<sup>R</sup>.

Todos os frutos com tamanho de, aproximadamente, 10 cm foram ensacados com sacos de polietileno, tendo suas bordas cortadas para que

houvesse a respiração do fruto. Quando os frutos atingiram o estágio 1 de maturação com cor da casca verde-escuro (Azzolini et al., 2004), foram colhidos para posterior avaliação.

Todas as plantas que produziram, no mínimo, dez frutos foram consideradas para a amostragem. Esses dez frutos foram avaliados de acordo com os descritores propostos para a espécie (UPOV, 1987), e os demais frutos produzidos tiveram, somente, seus pesos contabilizados. Do total de 420 genótipos, apenas, 138 foram amostrados e considerados para o presente estudo, pois produziram, no mínimo, dez frutos por planta.

### **3.3 Caracteres analisados**

A caracterização dos genótipos de goiabeira foi realizada com base na relação de descritores para a espécie UPOV (1987) (*International Union for the Protection of New Varieties of Plants*).

#### **3.3.1 Características Quantitativas:**

Diâmetro do caule (DP) a 10 cm do solo - foi medido com o auxílio de um paquímetro digital, sendo o resultado expresso em mm; para altura da planta (AP) - usou-se uma trena com resultados expressos em m; número de frutos por plantas (NFP) - a contagem foi realizada em cada indivíduo no início da colheita (considerando frutos viáveis ou não); produção total (PT) - realizada no período da colheita, sendo colhidos todos os frutos viáveis de cada indivíduo e obtido o peso de cada fruto com o auxílio de uma balança semi-analítica e expressa em g; peso médio dos frutos (PMF) - foi obtido através do peso total de todos os frutos viáveis produzidos em cada indivíduo e dividido pelo número total de frutos viáveis que cada genótipo produziu; massa do fruto (PF) - realizada com a amostragem de dez frutos colhidos em cada genótipo, utilizando-se uma balança semi-analítica e expressa em g; diâmetro transversal (DT) - para os dez frutos da amostragem, determinado na região equatorial dos frutos com o uso de um paquímetro e expresso em mm; comprimento do fruto (CT) - para os dez frutos

colhidos em cada genótipo, onde foi medida a região longitudinal dos frutos com o auxílio de um paquímetro e expresso em mm, relação comprimento e largura do fruto (CT/DT) - foi obtida através da razão entre o comprimento e o diâmetro do fruto (adimensional); massa fresca da placenta (PP) - consiste na região do mesocarpo e foi determinada com o auxílio de balança semianalítica; massa da polpa (P. POL) - obtida subtraindo a massa do fruto (PF) pela massa da placenta (PP); rendimento da polpa (RP) - foi calculado através da relação da massa do fruto (PF) com a massa da polpa (P. POL); espessura do mesocarpo (EM) - medido com o auxílio do paquímetro expresso em mm; comprimento do pedúnculo (Cpen) - medido com o paquímetro e o resultado expresso em mm; número de sementes (NS) - para os dez frutos da amostragem, foi feita a contagem das sementes em cada fruto; comprimento das sementes (CS) - foi feita uma amostragem de cinco sementes para cada fruto e mensurado o comprimento com o auxílio de um paquímetro, tendo os resultados expressos em mm; diâmetro das sementes (DS) - foi feita uma amostragem de cinco sementes para cada fruto e mensurado o diâmetro com o auxílio de um paquímetro, tendo os resultados expressos em mm; espessura das sementes (ES) - foi feita uma amostragem de cinco sementes para cada fruto e mensurada a espessura com o auxílio de um paquímetro, sendo os resultados expressos em mm; pH (pH) – obtido, utilizando-se um phmetro da marca Orion modelo 410; acidez do fruto (A) - determinada de acordo com o método adotado por Carvalho et al. (1990), tendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico por 100g de polpa; teor de sólidos solúveis (TSS) - foi determinado com auxílio de um refratômetro Atago nº 1, sendo os resultados expressos em °Brix; relação do teor de sólidos solúveis e acidez (T/A) - sendo o valor absoluto; teor de ácido ascórbico (VC) - determinado conforme o método de Carvalho et al. (1990) e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa.

### **3.3.2 Características Qualitativas:**

Coloração da polpa (CP), superfície do fruto (SF), formato do fruto final do pedúnculo (FFFP), largura do pescoço (quando presente) (LP), uniformidade da cor da polpa (U), descoloração da polpa após o corte transversal do fruto (DPAC),

todas essas características foram avaliadas de acordo com a escala de notas fornecida pelos descritores para a própria espécie (UPOV,1987)

### 3.4 Análise dos dados

Para o estudo da divergência genética entre os genótipos, foram empregadas as técnicas multivariadas Redes Neurais Artificiais (RNAs) e *Ward MLM*. Para tanto, inicialmente, com base nas médias das características dos genótipos, foi obtida a matriz de distância Euclidiana através do programa Genes (Cruz, 2006). Essa matriz foi empregada nas RNAs, com a finalidade de agrupar os genótipos quanto às características quantitativas.

Para a definição do número ideal de grupos a ser utilizado na Rede Neural, foi utilizado o método de *Ward MLM* com o auxílio do programa SAS (InstituteSAS, 2000). O *Ward-MLM* foi utilizado, também, com o objetivo de classificar os genótipos de acordo com os grupos formados pelo mesmo método, tanto para os caracteres quantitativos, quanto para os dados em conjunto.

A Rede Neural foi implementada, no presente trabalho, de acordo com um programa computacional desenvolvido por Barbosa (2011).

A consistência dos grupos formados pela técnica RNA foi verificada através da análise discriminante de Anderson, conforme descrito por Cruz e Carneiro (2003).

#### 3.4.1. Distância Euclidiana

Em se tratando de variáveis quantitativas e de dados sem repetições, a Distância Euclidiana tem sido, comumente, a mais usada.

Seja  $X_{ij}$  a observação no  $i$ -ésimo indivíduo ( $i= 1, 2, \dots, p$ ), em referência a  $j$ -ésima característica ( $j=1, 2, \dots, n$ ), de acordo com Cruz e Carneiro (2006), define-se a distância Euclidiana entre dois indivíduos  $i$  e  $i'$  por meio da expressão:

$$d_{ii'} = \sqrt{\sum_j (X_{ij} - X_{i'j})^2}$$

A distância Euclidiana, quando é estimada através de variáveis originais, apresenta a inconveniência associada às escalas, pelo número de variáveis e pela correlação existente entre as mesmas. Sendo assim, a influência do número de variáveis sobre a estimativa pode ser contornada pela utilização da Distância Euclidiana Média, dividindo-se a Distância Euclidiana pelo número de variáveis, conforme Cruz e Carneiro (2006):

$$d_{ii'} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_j (x_{ij} - x_{i'j})^2}$$

Além disso, a influência das escalas pode ser contornada pela padronização das variáveis, para que possuam média igual a zero e variância igual à unidade, como segue:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}}{\sigma(x_j)}$$

em que  $\sigma(x_j)$  é o desvio padrão dos dados da  $j$ -ésima característica.

As estimativas de  $d_{ii'}$  evidenciam o grau de dissimilaridade entre os genótipos analisados, sendo possível identificar, dentre os selecionados, aqueles mais divergentes e recomendá-los como genitores destinados a hibridações nas etapas iniciais de um programa de melhoramento.

Mesmo utilizando a distância Euclidiana média padronizada e contornando os problemas inerentes ao número e a escala dos caracteres avaliados, ela, ainda, não considera as correlações residuais entre os caracteres, porém não há empecilhos maiores para utilizá-la.

### 3.4.2. Método *Ward MLM*

A fim de analisar todas as variáveis em conjunto, Olkin e Tate (1961) propuseram o modelo de localização (ML), ou *Location Model* (LM), para classificar os  $n$  indivíduos, quando  $p$  variáveis contínuas e  $q$  variáveis discretas

são mensuradas em um ambiente. O LM combina os níveis de todos  $q$  variáveis discretas em uma única variável multinomial  $W$ , com níveis  $m$  ( $w= 1, 2, \dots, m$ ) (Ortiz et al., 2008).

A definição do número de grupos é feita através da função logarítmica da probabilidade (*Log-Likelihood*) de acordo com os critérios do pseudo - F e pseudo -  $t^2$  combinado com o perfil da verossimilhança, associado com o teste da razão da verossimilhança (Franco et al. 1998). Franco et al. (1998) modificaram o LM e propuseram o *Modified Location Model* (MLM), assumindo que  $m$  níveis de  $W$  variáveis e o  $p$ - variáveis multinormais, para cada subpopulação, são independentes.

A estratégia de análise para os dados em questão consistiu em duas etapas, sendo a primeira etapa onde os grupos são definidos pelo método de agrupamento *Ward* (Ward Júnior, 1963), usando-se a matriz de dissimilaridade de Gower (Gower, 1971), e, na segunda etapa, a média do vetor da variável quantitativa para cada sub-população, independente dos valores de  $W$ , é estimada pelo procedimento MLM.

Posteriormente, as variáveis quantitativas e qualitativas foram analisadas, simultaneamente, utilizando-se o procedimento *Ward-MLM* para a formação dos grupos de genótipos por meio do procedimento CLUSTER e IML do programa SAS (SAS Institute, 2000). Para o uso do método de agrupamento *Ward*, a matriz de distância foi obtida pelo algoritmo de Gower (Gower, 1971). A definição do número ideal de grupos foi realizada de acordo com os critérios do pseudo -F e do pseudo - $T^2$  (SAS Institute, 2000). Com base na definição do número ideal de grupos, a classificação hierárquica foi obtida pelo método *Ward*, que forneceu valores iniciais dos parâmetros necessários para se implementar a etapa final do modelo de MLM (Franco et al., 1998). Para a aplicação do *Ward MLM*, foram consideradas as seguintes etapas:

1. Estimou-se a matriz de similaridade e as distâncias entre as observações, utilizando-se o algoritmo de Gower (1971); em seguida, realizou-se um primeiro agrupamento, utilizando-se o método de *Ward* (Ward Júnior, 1963), que gerou gráficos das estatísticas pseudo F e pseudo  $T^2$ , consequenciando na primeira aproximação do número de

grupos ( $g'$ ). Essa sequência gerou um arquivo denominado *distifile*, que contém as distâncias entre as observações.

2. Em um segundo momento, obtém-se o gráfico logaritmo da função da verossimilhança, maximizada, segundo o método MLM, para diferentes números prováveis de grupos, desde 1 a  $g'+5$ . O gráfico definiu o número apropriado de grupos ( $g$ ) mediante a observação dos “picos” de verossimilhança para os diferentes números de grupos.
3. A terceira etapa consistiu em realizar a análise MLM completa para o número de grupos ( $g$ ) definidos no passo 2, apresentando os resultados da classificação, da análise canônica para as variáveis quantitativas e uma tabela da descrição dos grupos formados, gerando o arquivo *canfile*, contendo as coordenadas canônicas para as observações.

### 3.4.3. Rede Neural Artificial

Para o estudo da divergência genética entre os genótipos de goiabeira, foi utilizada a aplicação da técnica redes neurais artificiais segundo estudo feito por Barbosa et al. (2011), que implementaram um programa computacional para avaliar a divergência genética entre acessos de mamoeiro (*Carica papaya* L.), baseado no modelo de Kohonen. A arquitetura da rede neural, baseada no modelo de Kohonen, pode ser visualizada na Figura 1.

A mesma é composta por uma matriz de entrada  $n \times m$ , sendo  $n$  acessos e  $m$  elementos de entrada ou caracteres, que, juntos, representam o vetor de entrada  $X$ , e por  $k$  neurônio de saída, representando as classes às quais os acessos podem ser agrupados.

Dada uma entrada, somente um neurônio de saída deve ser ativado, registrando, assim, a classe à qual o processo pertence. As classes devem agrupar acessos com características semelhantes. Assim, é feita uma classificação por similaridade de valores.

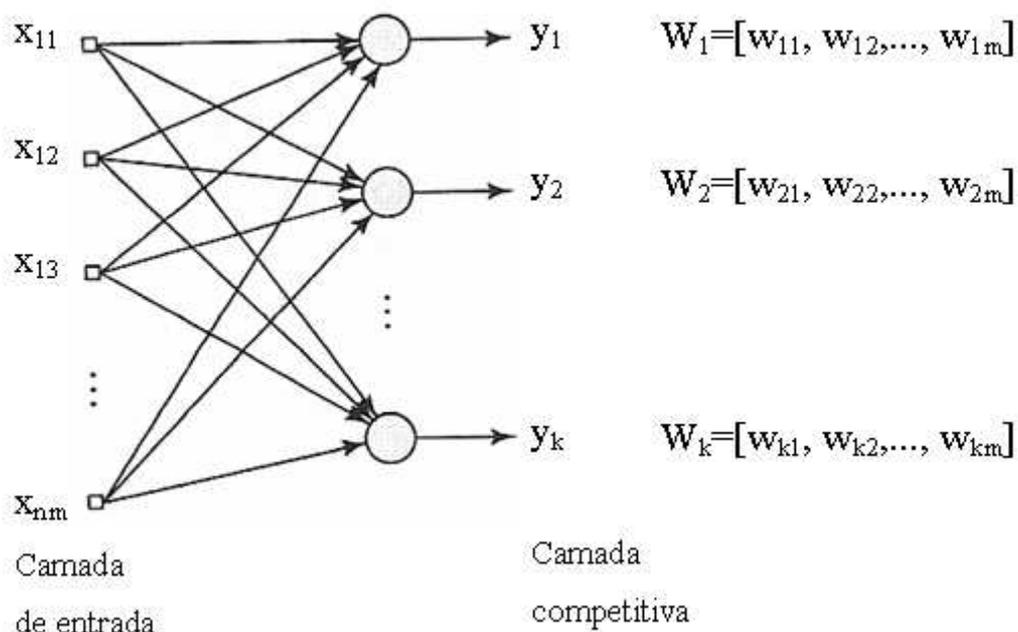


Figura 1 - Arquitetura da rede neural artificial Kohonen composta por  $n$  acessos e  $m$  caracteres na camada de entrada, e por  $k$  neurônios na camada competitiva.

#### 3.4.4. Processo Competitivo

Consiste em encontrar o neurônio com o melhor casamento por similaridade (vencedor)  $i(X)$ , no passo de tempo  $t$ , usando o critério da mínima distância entre os acessos.

Considerando-se que  $m=23$  represente uma dimensão do espaço de entrada de dados, cada elemento do vetor de entrada corresponde às características referentes a um acesso.

Os dados utilizados foram: DP= diâmetro do caule a 10 cm, AP= altura da planta, NFP= número de frutos por plantas, PMF= peso médio dos frutos; PT= produção total, PF= massa do fruto, DT= diâmetro transversal, C= comprimento do fruto, CT/DT= relação comprimento/largura, PP= massa fresca da placenta,

RP= rendimento da polpa, P.pol.= massa da polpa, EM= espessura do mesocarpo, Cpen.= comprimento do pedúnculo, NS= número de sementes, CS= comprimento das sementes, LS= largura das sementes, ES= espessura da semente, pH=pH da polpa; A= acidez do fruto, TSS= teor de sólidos solúveis, T/A= relação do teor dos sólidos solúveis e acidez, VC= teor de ácido ascórbico.

Como exemplo, sendo o primeiro genótipo representado:

$X_1 = [48; 9111,89; 189,83; 53,75; 2,40; 207,14; 71,21; 81,54; 1,15; 47,16; 159,99; 1,30; 13,50; 18,50; 6,94; 273,00; 4,05; 3,19; 2,07; 4,53; 2,67; 2,60; 26,99]$

No processo de implementação da ferramenta, foram utilizados, como vetores de entrada, todos os genótipos. Cada vetor de entrada representa os dados de um genótipo. Logo, um padrão de entrada para a rede neural é denotado como:

$$X_n = [x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{n23}], n = 1, 2, \dots, 138$$

O conjunto de dados de entrada é alimentado, por completo e repetidas vezes, no procedimento de treino da rede.

Considera-se que o vetor de peso sináptico inicial seja representado por:

$$W_k = [w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}]$$

Sendo  $m = 23$  o número total de elementos da grade ou camada de entrada, e  $k = c$  o número total de elementos da camada de saída (classes) a ser definido posteriormente. Logo:

$$W_k = [w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{23}], k = 1, 2, \dots, c$$

O vetor de peso sináptico é composto por dados pertencentes ao conjunto de dados de entrada. O vetor de peso sináptico de cada neurônio  $k$  da camada de saída tem a mesma dimensão que o espaço de entrada.

O primeiro passo na operação de uma rede baseada no modelo de Kohonen é calcular o grau de similaridade para cada unidade na camada competitiva. Esse valor quantifica o grau de igualdade entre os pesos de cada unidade e os valores correspondentes do padrão de entrada. Uma forma de se medir a similaridade entre a entrada e o neurônio é através de:

$$\|X_n - W_k\|$$

Que é a distância Euclidiana entre os vetores  $X_n$  e  $W_k$  e é calculada por:

$$\sqrt{\sum_{j=1}^{m_1} (X_{nj} - W_{kj})^2}$$

Para contornar a influência do número de caracteres, utiliza-se a distância Euclidiana média, de acordo com:

$$\sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m_1} (X_{nj} - W_{kj})^2}$$

A unidade da camada de saída com menor distância Euclidiana média vence a competição.

### 3.4.5. Análise discriminante de Anderson

A análise discriminante, proposta por Anderson (1958), tem por finalidade promover a melhor discriminação entre os indivíduos, alocando-os em suas devidas populações. Essa análise permite classificar novos materiais genéticos, de comportamento desconhecido, nas populações já conhecidas (Cruz e Carneiro, 2006).

Essa técnica foi utilizada, neste estudo, para verificar a consistência dos agrupamentos propostos pela técnica de redes neurais artificiais.

Assim, supondo a igualdade das matrizes de covariância, então, os componentes constantes para todo  $\pi_j$  ( $j = 1, 2, \dots, g$ ) podem ser retirados, e a função discriminante é:

$$D_j(\tilde{x}) = \ln(p_j) + \left(\tilde{x} - \frac{1}{2} \mu_j\right) \sum \mu_j^{-1}$$

Em que:

$p_j$  = probabilidade, a priori, de os indivíduos pertencerem à população  $\pi_j$ ;

$\tilde{x}$  = vetor de observações, ou vetor de variáveis representativas dos caracteres envolvidos na análise;

$\mu_j$  = vetor de médias dos descritores avaliados em  $\pi_j$ ;

$\Sigma_j$  = matriz de covariância entre os descritores avaliados em  $\pi_j$ ;

Sendo  $\pi_j$  a população, classifica-se o i-ésimo material genético, com vetor de médias  $\bar{x}_i$  na população  $\pi_j$ ; se, e somente se,  $D_j(\bar{x}_i)$  for o menor entre os elementos do conjunto  $\{D_1(\bar{x}_i), D_2(\bar{x}_i), \dots, D_j(\bar{x}_i)\}$ , sendo  $D_j(\bar{x}_i)$  o valor da função discriminante da população j para o vetor de características  $\bar{x}_i$ .

Obtidas as funções discriminantes e os dados das próprias populações  $\pi_j$ , estimou-se a taxa de erro aparente (TEA), que mede a eficiência dessas funções em classificar os acessos, corretamente, nas populações, previamente, estabelecidas.

A taxa de erro aparente é estimada através da relação entre o número de classificações erradas e o número total de classificações (Cruz e Carneiro, 2006)

$$TEA (\%) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^g m_j$$

Sendo  $m_j$  o número de observações retiradas da população  $\pi_j$ , que foram, por meio das funções discriminantes obtidas, classificadas em outra população  $\pi_{j'}$ , sendo  $j' \neq j$  e  $j = 1, 2, \dots, g$  populações.

Considerando:

$$N = \sum_{j=1}^g n_j$$

onde  $n_j$  é o número de observações retiradas da população  $\pi_j$ ,

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Médias das características**

Os resultados da Tabela 3 demonstram as médias das 23 características quantitativas para os 138 genótipos avaliados no estudo da divergência genética em goiabeiras. Os 138 genótipos avaliados produziram, no total, cerca de 3.691 frutos. Vale ressaltar que foram considerados, para a avaliação, apenas, os frutos viáveis, ou seja, frutos sadios, os demais frutos foram, somente, contabilizados. Os genótipos possuíam idade de três anos no período da colheita dos frutos.

Tabela 3 - Médias dos 138 genótipos de goiabeira avaliados em Campos dos Goytacazes-RJ.

G	NFP	PT	PMF	DP	AP	PF	DT	CT	CT/DT	PP	P. pol.	RP	EM	Cpen	TSS	NS	CS	DS	ES	pH	A	T/A	VC
1	48	9111,89	189,83	53,75	2,40	207,14	71,21	81,54	1,15	47,16	159,99	77,24	13,50	18,05	6,94	273	4,05	3,19	2,07	4,53	0,27	26,03	26,99
2	18	3846,98	213,72	53,45	1,70	211,52	69,71	82,97	1,19	40,77	170,75	80,73	15,33	16,68	8,56	262	3,84	2,89	1,96	4,38	0,33	25,78	12,78
3	45	7952,56	190,81	45,93	2,00	177,60	64,58	75,57	1,17	25,74	151,85	85,51	16,82	21,79	7,90	182	4,02	3,08	2,13	4,17	0,34	23,26	24,97
4	12	2709,11	225,76	52,74	2,10	256,49	74,47	89,89	1,21	52,63	203,86	79,48	14,34	18,55	7,84	312	3,94	2,92	2,03	4,25	0,46	16,98	15,12
5	13	3197,51	245,96	55,64	1,80	244,70	75,30	82,62	1,10	44,37	200,33	81,87	16,14	16,75	9,12	187	4,15	3,25	2,10	4,26	0,37	24,66	16,08
6	30	5320,29	177,34	49,25	1,90	180,02	65,56	75,89	1,16	38,61	141,42	78,55	14,14	19,26	8,90	304	3,60	2,78	1,86	4,12	0,35	25,55	28,82
7	17	4794,98	299,69	64,56	2,10	312,19	80,02	90,34	1,13	48,85	263,35	84,35	19,42	20,65	9,10	269	3,94	3,09	2,02	4,28	0,37	24,61	52,21
8	20	3611,59	180,58	50,60	1,80	179,11	64,46	80,12	1,24	25,04	154,07	86,02	15,67	15,86	9,42	146	3,85	3,16	2,53	4,18	0,47	20,03	18,60
9	18	3432,26	214,52	47,85	1,80	221,26	70,66	82,44	1,17	38,33	182,93	82,68	17,56	19,48	9,12	186	3,93	3,21	2,28	4,01	0,36	25,27	15,36
10	24	5559,33	241,71	54,34	1,70	234,99	73,31	84,02	1,15	40,50	194,49	82,77	16,72	18,23	9,09	239	3,84	3,03	2,05	4,14	0,42	21,64	37,28
11	10	1997,95	199,80	48,57	2,00	199,80	69,50	81,45	1,17	39,87	159,93	80,04	13,22	19,16	10,02	216	3,83	3,11	2,12	4,34	0,44	22,96	79,07
12	11	2377,53	237,75	45,98	1,80	237,75	71,06	92,01	1,29	44,18	193,58	81,42	14,50	18,00	9,48	204	4,15	3,36	2,30	4,29	0,48	19,73	21,15
13	19	2378,87	173,19	49,63	2,00	193,57	64,16	87,96	1,37	32,85	160,71	83,03	14,95	16,25	8,12	297	3,77	2,93	1,92	4,44	0,45	18,08	23,67
14	46	6627,62	166,94	46,22	1,80	160,84	63,16	71,16	1,13	25,47	135,37	84,16	15,90	20,05	9,65	214	3,74	3,01	2,13	4,14	0,36	27,02	40,34
15	24	6859,44	311,79	42,32	2,10	197,22	68,55	81,81	1,19	35,27	161,95	82,12	15,91	19,48	9,44	186	4,22	3,39	2,25	4,07	0,30	31,40	27,09
16	11	3151,69	286,52	50,00	2,10	286,15	79,78	89,75	1,12	56,64	229,51	80,21	17,73	21,53	9,14	303	3,86	2,58	2,24	3,69	0,36	25,59	30,58
*17	24	4017,34	213,70	37,75	1,90	217,93	69,27	87,18	1,26	33,53	184,40	84,62	16,31	14,53	7,94	302	3,68	2,66	1,77	4,45	0,34	23,64	43,81
18	14	3084,34	220,31	49,13	2,20	225,07	70,98	80,07	1,13	44,44	180,63	80,25	15,81	14,59	7,78	312	3,98	3,08	1,92	4,56	0,33	23,43	28,34
19	15	2603,39	173,56	55,45	2,10	174,63	62,98	70,66	1,12	34,91	139,72	80,01	15,25	15,68	8,04	252	4,01	3,04	2,06	4,57	0,26	30,44	28,37
20	11	2246,90	204,26	54,00	2,00	205,39	71,76	82,47	1,15	40,55	164,84	80,26	16,07	18,97	9,06	265	3,77	2,89	1,97	4,21	0,29	31,73	16,48
21	34	7944,79	256,28	47,30	2,00	284,62	75,80	90,91	1,20	55,94	228,68	80,35	16,95	17,32	7,38	354	3,83	2,99	2,06	4,47	0,35	21,18	32,20
22	26	4711,84	247,99	52,17	1,80	267,44	76,45	84,90	1,11	47,25	220,19	82,33	18,05	17,12	8,26	423	3,91	3,14	1,93	4,49	0,45	18,24	20,54
23	61	10130,66	193,74	54,56	2,00	211,39	70,78	80,08	1,13	51,60	159,78	75,59	13,72	14,02	7,24	478	3,87	2,90	1,81	4,36	0,44	16,45	10,30
24	45	11428,38	258,10	44,79	2,00	255,55	75,50	89,77	1,19	44,66	210,89	82,52	16,28	15,26	8,08	317	3,97	3,14	2,01	4,55	0,24	33,81	33,53
25	30	5420,60	180,69	35,69	1,80	199,51	69,47	74,94	1,08	34,72	164,79	82,60	15,79	19,49	6,60	260	4,12	3,07	2,07	4,57	0,31	21,25	33,00

Tabela 3 – Continuação

G	NFP	PT	PMF	DP	AP	PF	DT	CT	CT/DT	PP	P. pol.	RP	EM	Cpen	TSS	NS	CS	DS	ES	pH	A	T/A	VC
26	14	3685,50	283,50	52,49	1,90	282,25	76,50	92,13	1,20	50,97	231,28	81,94	16,47	16,47	7,18	204	4,36	3,46	2,28	4,35	0,31	23,40	11,17
*27	12	3083,78	256,98	58,07	2,00	266,28	75,06	92,43	1,23	56,36	209,92	78,83	15,11	15,19	8,24	335	4,01	2,87	1,98	4,30	0,41	20,22	23,78
28	15	3988,37	265,89	50,82	2,20	278,27	73,40	94,80	1,29	51,23	227,05	81,59	14,47	15,45	7,00	352	4,09	3,03	2,15	3,74	0,44	15,90	45,59
*29	21	6403,93	304,95	54,57	2,20	306,72	78,59	92,07	1,17	53,57	253,16	82,54	18,62	16,24	7,74	353	4,06	2,82	1,90	4,48	0,33	23,31	42,53
30	22	5936,06	269,82	59,57	1,90	291,17	76,82	98,92	1,29	50,87	240,30	82,53	15,79	14,92	7,30	435	3,87	2,99	1,89	4,26	0,34	21,50	16,32
31	26	5101,84	196,22	42,95	1,20	190,13	70,52	72,99	1,04	44,65	145,49	76,52	13,45	20,68	7,67	275	4,35	3,14	2,05	4,42	0,44	17,57	177,79
32	30	5980,14	234,48	53,60	2,20	241,04	73,91	78,85	1,07	38,99	202,05	83,82	18,78	18,32	10,08	245	4,00	3,09	2,06	4,32	0,36	27,92	48,87
33	40	7271,69	181,79	42,82	1,70	258,02	73,29	95,39	1,30	48,20	209,82	81,32	14,93	19,53	8,58	348	4,22	3,10	1,97	4,27	0,42	20,67	28,31
34	34	6893,94	208,91	42,79	1,70	199,91	66,92	84,06	1,26	40,32	159,59	79,83	13,98	19,65	8,76	407	3,99	3,23	2,09	4,44	0,31	28,54	19,14
35	14	3542,02	253,00	62,51	2,00	253,87	72,56	87,39	1,20	44,42	209,46	82,50	15,57	14,45	9,92	309	3,70	2,60	1,81	4,33	0,47	20,92	113,41
36	16	3060,57	191,29	62,55	2,10	194,30	66,40	80,17	1,21	45,71	148,59	76,47	13,37	13,16	9,00	369	3,81	2,91	1,90	4,43	0,39	23,31	78,40
37	41	9570,48	245,40	44,72	2,30	249,27	73,56	80,23	1,09	53,60	195,67	78,50	13,50	16,62	7,22	316	3,97	3,06	1,97	4,33	0,36	20,00	44,00
38	29	6972,81	240,44	51,49	2,30	268,45	77,83	80,54	1,03	55,09	213,37	79,48	16,83	18,81	7,82	384	3,84	3,03	1,89	4,28	0,31	25,38	30,23
39	27	5902,98	245,96	62,86	2,20	281,99	78,75	87,22	1,11	61,81	220,18	78,08	15,09	19,75	6,90	245	4,39	3,32	2,30	4,51	0,28	24,49	18,03
40	61	10444,47	171,22	50,07	2,20	182,07	67,07	78,20	1,17	41,12	140,95	77,42	11,84	16,98	7,10	330	3,76	2,81	1,87	4,53	0,36	19,47	26,63
41	20	5182,35	259,12	50,21	2,10	252,72	76,01	85,56	1,13	54,72	198,01	78,35	14,72	16,98	6,88	370	3,79	2,64	2,12	4,52	0,22	30,73	36,66
*42	24	4617,82	192,41	50,44	2,30	189,94	69,96	73,99	1,06	45,52	144,42	76,04	14,64	18,19	7,32	254	3,88	3,09	1,95	4,49	0,31	23,85	15,75
43	37	6650,54	195,60	52,13	2,20	212,85	70,85	78,91	1,11	41,71	171,14	80,40	14,13	19,29	8,18	280	3,54	2,68	1,85	4,33	0,31	26,02	22,34
44	81	32873,90	410,92	54,96	2,10	174,36	65,89	76,56	1,16	45,06	129,30	74,16	12,81	16,73	6,76	329	3,80	2,87	1,89	4,26	0,35	19,20	30,07
45	29	3888,54	215,56	49,84	2,30	219,40	69,32	80,59	1,16	44,59	174,81	79,68	13,68	15,69	8,15	313	3,60	2,72	1,78	4,22	0,38	21,32	22,09
46	28	7061,18	252,19	47,53	2,10	256,88	76,89	78,16	1,02	54,52	202,37	78,78	17,90	21,63	7,22	331	4,21	3,15	2,14	4,29	0,35	20,50	33,77
47	23	5586,89	242,91	45,64	1,80	251,42	75,36	82,60	1,10	53,34	198,08	78,79	14,46	17,92	7,92	369	3,88	3,03	1,87	4,20	0,34	23,58	45,14
48	13	2786,38	214,34	49,50	2,30	219,33	75,56	78,93	1,04	44,75	174,58	79,60	13,49	15,84	7,98	329	3,93	3,02	1,96	4,48	0,30	26,44	11,37
*49	51	12433,17	243,79	52,21	1,70	246,84	74,54	83,34	1,12	46,49	200,35	81,16	16,92	17,42	7,64	305	3,34	2,62	1,76	4,30	0,35	21,93	88,48
50	28	3118,87	166,60	40,11	1,80	175,54	64,93	68,09	1,05	37,78	137,76	78,48	14,06	19,96	9,08	366	3,52	2,70	1,72	4,43	0,34	27,04	46,39
51	20	4266,32	213,32	57,34	2,10	226,00	72,92	83,80	1,15	48,55	177,46	78,52	13,16	14,52	7,40	280	3,82	2,92	1,99	4,35	0,31	23,53	30,93

Tabela 3 – Continuação

G	NFP	PT	PMF	DP	AP	PF	DT	CT	CT/DT	PP	P. pol.	RP	EM	Cpen	TSS	NS	CS	DS	ES	pH	A	T/A	VC
*52	24	7658,66	319,11	55,47	2,20	326,88	82,62	88,16	1,07	63,25	263,63	80,65	17,76	15,31	6,94	362	4,02	3,05	1,98	4,55	0,34	20,44	51,52
53	42	8935,00	212,74	58,40	2,10	220,44	73,24	77,62	1,06	52,92	167,53	76,00	14,00	15,95	7,10	252	4,04	3,02	2,15	4,20	0,33	21,71	47,07
*54	52	11202,87	215,44	59,36	1,90	220,93	69,96	82,99	1,19	42,53	178,40	80,75	15,54	17,54	9,20	369	3,65	2,75	1,90	4,46	0,39	23,83	82,57
55	21	5556,01	264,57	54,86	2,20	282,74	80,28	80,11	1,00	50,21	232,53	82,24	16,88	17,74	8,26	220	3,87	2,90	2,05	4,39	0,33	24,88	27,48
56	29	6937,84	239,24	57,93	2,30	243,68	72,67	86,88	1,20	51,78	191,90	78,75	14,32	15,93	8,91	266	4,17	3,18	2,18	4,37	0,33	26,84	54,98
57	20	4549,64	227,48	55,50	2,20	250,61	72,68	86,23	1,19	49,94	200,66	80,07	16,37	18,19	7,30	314	3,73	2,82	2,00	4,61	0,28	26,38	21,48
58	33	5752,12	174,31	54,02	2,20	200,75	71,92	78,84	1,10	39,02	161,73	80,56	15,56	18,85	7,66	272	3,97	2,84	2,00	4,38	0,32	23,70	26,32
59	20	2230,43	131,20	43,42	2,00	122,38	60,31	64,34	1,07	24,04	98,35	80,36	13,78	20,75	6,46	398	3,80	2,99	1,85	4,75	0,31	20,96	9,14
60	43	8886,48	212,06	68,79	2,10	222,56	72,12	81,49	1,13	40,24	182,32	81,92	14,57	15,29	7,51	244	3,95	3,11	2,27	4,62	0,33	22,97	27,92
61	40	6053,16	220,80	67,40	2,30	190,15	69,58	75,09	1,08	27,61	162,54	85,48	17,93	19,57	7,76	215	4,11	3,16	2,90	4,40	0,29	26,83	27,86
62	42	7482,43	204,63	48,22	2,00	204,74	71,76	75,73	1,06	36,16	168,58	82,34	14,66	21,28	8,48	263	3,78	2,88	1,94	4,39	0,35	24,34	16,72
63	19	4965,60	275,87	63,84	2,20	238,59	73,12	83,42	1,14	43,10	195,48	81,93	16,64	18,17	6,46	200	4,46	3,37	2,42	4,53	0,32	20,22	26,33
64	36	6789,35	226,31	56,51	2,00	213,85	72,01	79,42	1,10	41,10	172,75	80,78	15,06	18,40	9,05	290	3,78	2,92	2,29	4,20	0,36	25,34	15,87
65	24	5924,76	296,24	63,30	2,00	313,13	79,77	90,48	1,13	53,43	259,70	82,94	17,85	19,86	10,33	306	3,86	2,93	2,18	4,19	0,47	21,96	51,05
66	20	3294,91	211,34	58,63	1,90	216,94	72,11	78,22	1,08	40,69	176,25	81,24	13,55	17,99	10,24	319	3,56	2,94	2,00	4,24	0,42	24,67	47,95
67	15	2676,89	178,46	51,25	1,50	174,90	62,61	77,89	1,24	39,61	135,29	77,35	13,57	16,27	9,90	225	4,06	3,04	1,98	4,31	0,32	30,63	23,06
68	20	5566,11	278,31	53,12	2,00	291,08	78,13	89,26	1,14	53,87	237,21	81,49	16,43	17,63	8,88	235	4,13	3,33	2,36	4,39	0,37	23,77	40,59
69	32	6529,29	217,64	56,69	2,20	203,98	71,13	77,99	1,10	39,72	164,26	80,53	14,68	13,24	8,42	241	3,74	2,92	1,98	4,30	0,44	19,13	33,31
70	17	2281,69	207,43	52,32	2,10	202,12	69,72	75,95	1,09	40,10	162,02	80,16	14,22	21,22	10,36	235	3,87	2,95	2,19	4,21	0,36	28,70	54,14

Tabela 3 – Continuação

G	NFP	PT	PMF	DP	AP	PF	DT	CT	CT/DT	PP	P. pol.	RP	EM	Cpen	TSS	NS	CS	DS	ES	pH	A	T/A	VC
71	25	4639,64	201,72	61,66	1,80	185,69	65,07	74,84	1,15	33,03	152,66	82,21	14,87	17,79	9,16	207	3,84	2,98	2,05	4,39	0,45	20,29	71,08
72	14	3265,77	233,27	56,52	2,20	235,98	72,92	84,28	1,16	50,47	185,51	78,61	15,08	19,50	8,70	343	3,64	2,58	2,00	4,21	0,45	19,54	71,23
73	20	4452,51	222,63	64,22	2,20	221,59	72,71	81,38	1,12	49,99	171,59	77,44	14,12	15,10	8,77	343	3,77	2,97	1,86	4,38	0,29	29,80	49,37
74	25	5451,33	218,05	56,92	2,30	234,33	73,98	76,57	1,03	55,85	178,48	76,17	13,18	16,46	9,24	311	3,92	2,95	1,92	4,36	0,39	23,40	70,52
75	39	8084,73	207,30	59,04	2,10	231,46	71,38	86,44	1,21	40,56	190,89	82,47	16,02	15,45	7,46	170	3,80	2,76	2,12	4,30	0,35	21,18	14,43
76	18	3406,35	212,90	65,71	2,20	215,72	70,54	84,99	1,20	41,46	174,27	80,78	15,33	15,62	9,28	253	3,77	3,15	2,42	4,31	0,31	30,24	47,25
77	24	5518,23	239,92	62,41	2,00	240,54	71,42	89,49	1,25	41,71	198,82	82,66	16,16	15,51	8,32	200	4,09	3,24	2,30	4,51	0,34	24,14	37,46
78	11	2907,00	264,27	51,85	2,20	269,15	76,94	84,35	1,10	56,44	212,71	79,03	15,84	18,88	8,96	308	4,04	3,03	2,13	4,30	0,39	22,69	29,85
79	29	8149,82	291,07	60,28	2,30	289,34	80,90	86,47	1,07	54,41	234,93	81,20	16,92	17,33	7,84	250	4,07	3,27	2,07	4,22	0,36	21,49	48,58
80	29	6481,15	223,49	53,27	1,90	220,88	71,04	81,28	1,14	40,70	180,18	81,57	16,64	16,86	7,94	184	4,18	2,94	2,49	4,35	0,47	16,97	31,39
81	57	10085,27	191,14	60,87	1,80	170,68	67,31	79,66	1,18	34,55	136,13	79,76	15,87	21,06	7,74	205	3,97	2,97	2,07	4,22	0,42	18,26	44,18
82	20	4842,58	269,03	60,81	2,10	254,98	74,52	91,51	1,23	35,87	219,12	85,93	16,49	15,82	8,86	166	4,10	3,14	2,17	4,32	0,32	27,41	35,54
83	23	4690,28	203,93	47,24	1,90	186,87	69,00	75,02	1,09	40,18	146,68	78,50	13,38	16,32	8,90	264	3,63	2,99	1,87	4,51	0,37	24,07	48,23
84	31	5755,04	191,83	58,36	2,20	194,86	67,91	77,92	1,15	39,86	155,00	79,55	13,87	15,85	9,48	234	4,05	3,03	2,01	4,28	0,44	21,54	55,83
85	24	6151,42	272,98	58,44	2,10	259,27	72,87	95,31	1,31	45,74	213,53	82,36	16,37	17,18	7,96	242	3,87	3,12	2,13	4,40	0,42	18,95	42,64
86	19	3428,27	209,71	63,41	2,20	204,83	70,23	80,55	1,15	35,28	169,55	82,78	15,10	21,14	7,24	185	4,13	3,14	2,15	4,88	0,33	21,80	22,85
87	15	2694,31	244,94	66,64	2,10	243,90	73,26	89,68	1,22	42,76	201,14	82,47	17,12	17,22	7,58	283	4,01	3,02	2,04	4,47	0,25	30,13	24,01
88	26	5706,64	219,49	55,68	2,10	188,29	65,93	78,74	1,19	31,48	156,81	83,28	15,47	18,08	8,86	110	4,27	3,15	2,16	4,28	0,40	22,01	51,53
89	22	5498,95	249,95	63,30	2,10	239,90	72,97	85,51	1,17	52,10	187,80	78,28	14,05	15,18	8,84	322	3,90	3,20	2,11	4,54	0,43	20,67	60,55

Tabela 3 – Continuação

G	NFP	PT	PMF	DP	AP	PF	DT	CT	CT/DT	PP	P. pol.	RP	EM	Cpen	TSS	NS	CS	DS	ES	pH	A	T/A	VC
90	19	5356,37	281,91	56,93	2,00	277,07	76,02	91,88	1,21	51,10	225,97	81,56	15,64	13,34	7,64	315	3,71	2,78	1,90	4,43	0,38	20,25	39,89
91	13	2749,31	211,49	54,54	2,10	218,20	69,59	84,94	1,22	49,86	168,34	77,15	13,41	15,38	8,68	330	3,83	2,96	1,82	4,34	0,40	21,57	16,76
92	29	8097,07	279,21	67,75	1,90	312,81	80,40	88,55	1,10	63,03	249,78	79,85	17,63	15,64	7,60	408	4,08	2,94	1,95	4,45	0,31	24,46	23,70
93	22	6431,21	306,25	67,74	2,00	312,14	80,21	91,16	1,14	62,20	249,93	80,07	16,02	16,46	7,06	424	4,15	3,16	2,16	4,40	0,29	24,41	12,43
94	43	11500,69	280,50	47,90	2,10	287,53	78,49	88,86	1,13	61,44	226,09	78,63	16,25	15,34	7,75	326	4,09	3,04	1,87	4,25	0,34	22,49	23,35
95	38	10980,76	296,78	71,09	2,10	341,51	81,61	97,69	1,20	58,11	283,40	82,99	17,44	14,19	8,06	447	4,02	3,10	2,06	4,31	0,39	20,41	27,07
96	52	13486,39	259,35	67,82	1,40	292,80	78,77	84,61	1,07	59,41	233,39	79,71	17,75	18,08	6,72	347	4,23	3,13	2,11	4,26	0,43	15,67	51,29
97	51	12934,37	253,62	55,17	2,00	286,48	76,68	89,71	1,17	54,94	231,54	80,82	16,24	17,44	7,10	404	3,98	3,03	2,06	4,33	0,42	17,00	14,43
98	38	10119,15	281,09	68,56	2,40	312,50	78,16	86,62	1,11	57,27	255,24	81,67	16,36	20,11	6,76	330	4,00	2,82	2,21	4,36	0,36	18,53	16,67
99	61	14141,22	237,30	55,52	2,10	265,17	75,20	82,30	1,09	57,58	207,58	78,28	16,21	18,89	6,88	450	4,16	3,20	3,11	4,35	0,31	22,24	14,55
100	12	3276,63	273,05	52,04	2,00	291,96	79,22	84,13	1,06	61,72	230,24	78,86	15,36	17,59	8,80	435	3,91	3,05	1,98	4,15	0,45	19,76	44,87
101	12	2852,93	237,74	49,22	2,20	236,74	73,78	86,92	1,18	54,77	181,97	76,87	12,77	17,73	8,34	270	3,97	2,84	1,94	4,65	0,26	32,03	47,73
102	12	2414,84	201,24	50,06	1,70	233,90	74,03	76,43	1,03	49,32	184,58	78,92	15,04	15,76	8,91	212	3,87	2,70	2,31	4,57	0,32	27,57	42,77
103	17	3889,15	228,77	57,56	2,10	249,03	74,35	89,29	1,20	46,78	202,26	81,22	13,88	17,54	7,70	284	3,89	2,66	2,13	4,61	0,27	28,61	15,46
104	16	4576,66	286,04	63,44	2,10	296,12	77,43	90,54	1,17	63,76	232,36	78,47	17,36	11,13	8,92	435	4,00	2,79	2,05	4,39	0,42	21,49	43,25
105	13	3854,48	296,50	69,02	1,90	297,10	76,75	91,08	1,19	60,07	237,03	79,78	16,78	6,82	8,90	246	4,22	3,23	3,27	4,38	0,40	22,32	40,60
106	19	4664,22	245,49	54,23	1,70	257,21	74,82	87,09	1,16	59,08	198,14	77,03	14,97	6,64	6,66	416	3,86	2,56	1,84	4,55	0,36	18,26	51,29
107	33	8967,74	271,75	56,38	1,70	284,10	77,12	89,85	1,17	59,73	224,37	78,98	15,25	12,60	7,36	301	3,66	3,21	1,98	4,51	0,32	23,04	22,08
108	44	12273,80	278,95	56,45	2,00	294,43	78,89	85,63	1,09	54,85	239,58	81,37	16,48	17,30	8,06	371	4,29	3,14	2,07	4,26	0,44	18,47	17,22

Tabela 3 – Continuação

G	NFP	PT	PMF	DP	AP	PF	DT	CT	CT/DT	PP	P. pol.	RP	EM	Cpen	TSS	NS	CS	DS	ES	pH	A	T/A	VC
109	19	4614,59	242,87	67,26	2,00	255,56	73,65	85,68	1,16	51,51	204,05	79,84	15,05	8,22	8,06	433	4,12	3,09	1,93	4,45	0,65	12,47	8,59
110	50	10988,31	219,77	56,42	2,30	240,70	73,93	75,63	1,02	49,05	191,66	79,62	12,71	15,64	6,06	418	3,91	2,98	1,83	4,34	0,33	18,25	13,45
111	12	2766,09	230,51	52,05	2,20	239,68	74,64	85,52	1,15	59,91	179,77	75,01	13,64	17,56	9,30	354	3,99	2,92	1,96	4,48	0,37	24,90	54,14
112	33	3374,71	224,35	51,04	2,10	252,76	73,40	88,35	1,20	49,82	202,94	80,29	16,10	15,73	8,40	206	4,22	3,23	2,18	4,32	0,39	21,27	27,57
113	31	3211,95	220,31	51,36	1,90	232,19	71,75	81,23	1,13	40,77	191,42	82,44	15,98	15,52	9,74	339	3,81	2,88	1,92	4,46	0,44	22,32	29,04
114	12	3089,40	257,45	57,12	2,10	264,36	75,40	86,55	1,15	53,04	211,32	79,94	16,60	11,52	8,92	312	4,27	3,24	2,17	4,50	0,42	21,04	19,75
115	31	5988,17	193,17	53,32	1,70	186,61	69,87	78,27	1,12	46,60	140,01	75,03	15,32	22,00	6,85	306	3,94	3,02	1,91	4,44	0,34	20,40	12,93
116	48	8206,25	179,25	41,17	1,90	171,34	64,15	78,21	1,22	36,93	134,41	78,45	13,95	16,83	7,65	365	3,91	2,97	1,82	4,38	0,26	28,96	12,58
117	46	9099,41	206,80	51,20	1,80	214,46	70,46	81,13	1,15	51,09	163,37	76,18	14,08	16,73	6,96	407	3,83	2,77	1,80	4,56	0,35	19,76	34,69
118	18	3653,45	202,97	51,26	1,80	187,65	68,19	74,91	1,10	43,26	144,39	76,95	14,12	8,42	9,26	305	3,84	2,95	1,85	4,34	0,45	20,80	21,60
119	40	10530,83	263,27	60,41	2,10	275,42	78,05	81,77	1,05	46,49	228,93	83,12	18,15	13,15	8,38	319	3,93	2,80	1,91	4,28	0,40	21,02	13,74
120	28	7161,88	265,25	56,33	2,20	281,58	76,85	92,17	1,20	64,50	217,08	77,09	14,90	18,66	7,44	308	4,18	3,09	1,98	4,54	0,27	27,26	24,05
121	22	7527,32	342,15	55,99	2,40	350,45	79,85	101,39	1,27	79,15	271,29	77,41	15,05	18,60	6,98	467	4,07	2,97	2,03	4,38	0,31	22,74	34,82
122	33	5747,04	312,65	67,75	2,10	320,04	79,40	91,16	1,15	66,36	253,69	79,27	16,35	21,13	6,68	508	3,91	2,98	1,89	4,65	0,58	11,55	8,72
123	13	3327,40	277,28	56,00	2,00	297,69	76,71	92,91	1,21	60,11	237,58	79,81	14,94	8,54	8,96	339	3,77	2,50	2,28	4,47	0,40	22,25	94,02
124	20	4848,23	242,41	60,09	2,40	256,15	74,75	86,22	1,15	43,22	212,93	83,13	16,12	10,49	7,90	363	3,77	2,93	1,89	4,42	0,39	20,26	30,26
125	23	5843,11	265,60	61,91	2,30	272,66	76,24	84,73	1,11	64,67	207,99	76,28	14,55	7,37	9,10	470	3,86	3,23	1,79	4,28	0,51	17,82	40,60
126	28	6305,50	225,20	56,63	1,70	225,98	69,61	86,02	1,24	47,63	178,35	78,92	15,18	14,87	6,70	258	4,21	3,32	2,12	4,50	0,36	18,56	29,59
127	20	5788,95	289,45	52,94	2,10	300,32	77,92	89,40	1,15	48,82	251,50	83,74	17,04	18,71	8,44	341	4,13	3,24	1,91	4,21	0,39	21,37	14,41

Tabela 3 – Continuação

G	NFP	PT	PMF	DP	AP	PF	DT	CT	CT/DT	PP	P. pol.	RP	EM	Cpen	TSS	NS	CS	DS	ES	pH	A	T/A	VC
128	14	3609,01	257,79	58,88	2,10	260,42	74,80	85,68	1,15	53,42	207,01	79,49	14,23	16,43	9,18	350	3,78	2,67	2,21	3,61	0,34	26,93	43,23
129	12	2079,08	173,26	63,59	2,10	210,32	66,90	94,29	1,41	41,49	168,83	80,27	13,26	15,70	9,58	304	3,86	2,73	1,79	4,33	0,44	21,76	54,14
*130	18	4400,24	253,31	39,06	2,10	290,91	79,80	87,25	1,09	56,57	234,34	80,55	15,75	15,25	8,08	417	3,84	3,05	2,06	4,28	0,30	27,11	82,20
131	11	1889,71	188,97	50,20	2,40	189,01	68,26	70,47	1,03	46,77	142,25	75,26	12,55	10,97	7,82	302	4,09	2,93	2,00	4,55	0,31	25,48	21,85
*132	15	4695,02	313,00	61,85	2,30	305,11	80,97	84,67	1,05	59,86	245,26	80,38	17,35	14,63	9,72	273	4,29	3,42	2,40	4,40	0,38	25,76	71,23
*133	18	3336,70	185,37	54,53	1,70	176,86	65,77	78,28	1,19	40,27	136,59	77,23	12,71	15,05	8,90	329	3,46	2,13	2,25	4,43	0,34	25,83	58,42
134	29	5714,92	204,10	56,49	2,10	213,21	74,13	75,88	1,02	43,84	169,38	79,44	13,04	18,07	7,80	454	3,59	2,81	1,88	4,60	0,26	29,53	17,18
135	19	3794,74	208,58	56,07	1,90	213,81	73,13	73,80	1,01	50,86	162,94	76,21	13,82	15,91	8,62	357	3,68	2,95	1,98	4,50	0,33	25,96	47,39
136	28	5625,20	200,90	53,05	2,10	226,73	71,85	84,26	1,17	50,93	175,80	77,54	12,56	8,46	7,58	319	4,12	3,18	2,07	4,40	0,33	23,27	32,92
137	21	4478,79	213,28	59,38	2,00	197,89	69,81	80,87	1,16	43,82	154,07	77,86	12,92	7,08	7,06	304	4,00	2,90	1,90	4,46	0,30	23,39	28,20
138	33	7694,32	233,16	55,25	2,10	235,73	73,51	84,05	1,14	54,96	180,77	76,69	13,36	11,73	8,16	396	3,64	2,74	1,72	4,35	0,36	22,37	22,00
<b>Méd</b>	<b>26,75</b>	<b>5922,19</b>	<b>235,08</b>	<b>54,92</b>	<b>2,03</b>	<b>239,36</b>	<b>72,93</b>	<b>83,61</b>	<b>1,15</b>	<b>47,54</b>	<b>191,82</b>	<b>80,07</b>	<b>15,30</b>	<b>16,52</b>	<b>8,19</b>	<b>307</b>	<b>3,94</b>	<b>2,99</b>	<b>2,06</b>	<b>4,37</b>	<b>0,36</b>	<b>23,01</b>	<b>35,76</b>
<b>Mín</b>	<b>10,00</b>	<b>1889,71</b>	<b>131,20</b>	<b>35,69</b>	<b>1,20</b>	<b>122,38</b>	<b>60,31</b>	<b>64,34</b>	<b>1,00</b>	<b>24,04</b>	<b>98,35</b>	<b>74,16</b>	<b>11,84</b>	<b>6,64</b>	<b>6,06</b>	<b>110</b>	<b>3,34</b>	<b>2,13</b>	<b>1,72</b>	<b>3,61</b>	<b>0,22</b>	<b>11,54</b>	<b>8,59</b>
<b>Máx</b>	<b>81,00</b>	<b>32873,90</b>	<b>410,92</b>	<b>71,09</b>	<b>2,40</b>	<b>350,45</b>	<b>82,62</b>	<b>101,39</b>	<b>1,41</b>	<b>79,15</b>	<b>283,40</b>	<b>86,02</b>	<b>19,42</b>	<b>22,00</b>	<b>10,36</b>	<b>508</b>	<b>4,46</b>	<b>3,46</b>	<b>3,27</b>	<b>4,88</b>	<b>0,64</b>	<b>33,81</b>	<b>177,79</b>
<b>DP</b>	<b>13,14</b>	<b>3578,12</b>	<b>42,13</b>	<b>7,09</b>	<b>0,21</b>	<b>43,54</b>	<b>4,63</b>	<b>6,49</b>	<b>0,07</b>	<b>9,51</b>	<b>36,22</b>	<b>2,45</b>	<b>1,55</b>	<b>3,20</b>	<b>0,97</b>	<b>78,03</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,23</b>	<b>0,17</b>	<b>0,06</b>	<b>3,95</b>	<b>22,86</b>

\*Genótipos de polpa branca

G= genótipos, NFP= número de frutos por plantas, PT= produção total, PMF= peso médio dos frutos, DP= diâmetro do caule a 10 cm, AP= altura da planta, PF= massa do fruto, DT= diâmetro transversal, CT= comprimento do fruto, CT/DT= relação comprimento/largura, PP= massa fresca da placenta, P.pol.= massa da polpa, RP= rendimento da polpa, EM= espessura do mesocarpo, Cpen.= comprimento do pedúnculo, TSS= teor de sólidos solúveis, NS= número de sementes, CS= comprimento das sementes, DS= diâmetro das sementes, ES=espessura da semente, pH=pH da polpa, A= acidez do fruto, T/A= relação do teor dos sólidos solúveis e acidez, VC= teor de ácido ascórbico.

A média para o número de frutos por planta (NFP) foi de 26,75. O genótipo 44 foi o mais prolífico, pois superou os demais com a produção de 81 frutos. A menor média foi para o genótipo 11 com produção de, apenas, 10 frutos. Cultivares como a 'Paluma' produzem, em média, 188,82 frutos por planta (Cardoso et al., 2011). De acordo com muitos pesquisadores, a goiabeira produz frutos já no primeiro ano e, ao longo das safras, a produção aumenta, gradativamente, até se estabilizar, sendo a produção de frutos dependente da variedade cultivada (Natale et al., 2009). Embora o número de frutos produzidos pelos genótipos 44 e 11 não se aproxime do encontrado para as principais cultivares (Cardoso et al., 2011), a população em estudo se encontra nas primeiras safras, podendo ter um acréscimo na produção, ao longo dos ciclos.

O peso total (PT) dos frutos produzidos foi de 817,26 Kg, com média de 5,92 Kg de frutos por planta, o que foi equivalente a uma produtividade de 3,5 t ha<sup>-1</sup>. O genótipo com maior média para PT foi o 44 com produção de 32,87Kg de frutos e o menor genótipo foi o 131 com, apenas, 1,89 Kg. Gonzaga Neto et al. (1997) encontraram diferentes valores para a produtividade de acordo com o raleamento dos frutos, tais como 76,5 Kg para a cultivar 'Rica' com 500 frutos e 43,7 Kg para a mesma cultivar, tendo 200 frutos por planta. Os autores encontraram uma maior produtividade em plantas não raleadas. Vale ressaltar que, no presente trabalho, também, não foi feito o raleio dos frutos; no entanto, os valores ficaram abaixo do obtido pelo trabalho de Gonzaga Neto et al. (1997).

Contudo, mesmo sem os raleios, os frutos apresentaram média para peso de frutos (PMF) de 235,08 g. O genótipo com maior PMF foi o 44, com 410,92 g. Em contrapartida, o genótipo 59 teve o menor PMF com, apenas, 131,20 g. Segundo Lima et al. (1999), frutos que variam de 100 a 200 g possibilitam o uso para dupla finalidade, ou seja, podem ser destinados tanto ao processamento industrial, bem como ao consumo *in natura*. Sendo assim, os frutos apresentam tamanhos que podem ser utilizados para dupla finalidade.

Para a altura de planta (AP), a média foi de 2,03 m, sendo o genótipo com maior altura o 98 (2,40 m) e com a menor o genótipo 31 (1,20 m) (Tabela 3). De acordo com Pereira et al. (2002), o ideal é ter plantas com copa baixa para facilitar o manejo do pomar, tais como as podas de limpeza, os desbastes dos ramos, a poda de frutificação, o ensacamento e a colheita dos frutos.

Já para o diâmetro do caule (DP), a média foi de 54,92, sendo que o genótipo detentor da maior média foi o 95 (71,09 mm), e o da menor média foi o 25 (35,69 mm). Araújo et al. (2008) sugerem que caules com diâmetros acima de 42,7 mm apresentam potencial para serem utilizados como porta – enxerto, caso apresentem tolerância à praga e nematoides do solo.

A média para a massa do fruto (PF), massa esta referente à amostragem de 10 frutos por genótipo, foi de 239,36 g, com valor mínimo de 122,38g para o genótipo 59 e máximo de 350,45 g para o genótipo 121. O PF é uma característica de grande importância, uma vez que, em geral, frutos de maior peso são, também, os de maior tamanho, e estes, por sua vez, são mais atrativos ao consumidor. Para Kavati (1994), tanto para indústria como para o consumo *in natura*, os frutos precisam ser grandes; para Lima et al. (1999), frutos que variam de 100 a 200 g são considerados de médios a grandes.

O diâmetro transversal dos frutos (DT) teve média de 72,93 mm, com amplitude de 60,3 mm para o genótipo 59 a 82,62 mm para o genótipo 52. O comprimento dos frutos (CT) teve média de 83,61 mm. O genótipo com menor média para CT foi o 59 com 64,34 mm e a maior média teve o genótipo 121 com 101,39 mm, como representante (Tabela 3).

A relação média do comprimento e diâmetro do fruto (CT/DT) foi de 1,15, tendo valores de 1,0 e 1,41 para mínimo e máximo, respectivamente. A relação (CT/DT) é um índice que afere a qualidade industrial, pois avalia o formato do fruto; quando ele se aproxima de 1, indica que os frutos apresentam formato arredondado e uniforme e são dispensados na classificação quanto ao formato (Paiva et al., 1995). O genótipo 129 possuiu maior média para a relação (CT/DT) com valor de 1,41; ao contrário, o genótipo 55 teve a menor média para a relação com valor de 1,00.

O peso de placenta (endocarpo + sementes) teve média de 47,54 g, o valor mínimo foi para o genótipo 59 com 24,04 g e o máximo para o genótipo 121 com 75,15 g.

O número médio de sementes (NS), que, também, compõe a região da placenta, foi 307,0, tendo valores de 110,0 para o genótipo 88 e 508,0 para o genótipo 122. Frutos destinados ao consumo *in natura* não devem possuir muitas sementes. (Rebouças et al., 2008). No entanto, a caracterização física das

sementes pode fornecer informações sobre a quantidade de frutos a serem colhidos, e de sementes necessárias para fins de semeadura, sendo imprescindível no planejamento de produção de mudas. (Rebouças et al., 2008). De base dessas informações, o presente estudo teve comprimento médio das sementes (CS) de 3,94 mm, mínimo de 3,34 mm para o genótipo 49 e máximo de 4,46 mm para o genótipo 63. O diâmetro médio de sementes (DS) foi de 2,99 mm e 2,13 mm para dimensão menor, tendo o genótipo 133 como representante e 3,46 mm para o genótipo 26 com dimensão maior. A espessura média das sementes (ES) teve média de 2,06 mm. A menor espessura foi do genótipo 130 com valor de 1,72 mm e 3,27 mm para o 115 com maior valor.

Rebouças et al. (2008) obtiveram média de 72,8 sementes por fruto. As sementes apresentaram formato irregular, com valores médios de comprimento, largura e espessura de 4,29 mm, 4,11 mm e 2,68 mm, respectivamente.

A média para a massa da polpa (P.pol.), que é composta de epicarpo + mesocarpo, teve valor de 191,82 g. A amplitude foi de 98,35 g e 283,40 g para os genótipos 59 e 95, respectivamente. Essa característica é de suma importância, pois contribui para a definição do rendimento de polpa do fruto.

O rendimento de polpa, no presente estudo, teve média de 80,07 %. O genótipo 8 teve maior média para o rendimento de polpa com 86,02 % e o 44 foi detentor da menor média com valor de 74,16 %. É importante ressaltar que, neste trabalho, não foi considerada camada succulenta (endocarpo) onde se situam as sementes o que poderia, a depender do despulpamento do fruto, elevar o rendimento em polpa.

Esses valores são superiores aos obtidos por diversos autores (Esteves, 1981; Andrade et al., 1993; Natale et al., 2009; Filho, 2009), porém, ainda, se encontram fora do exigido pelo mercado, que considera frutos com rendimento acima de 94%, como, por exemplo, os obtidos na cultivar Paluma e nos acessos de goiaba avaliados por Rebouças et al. (2008).

A espessura do mesocarpo (EM) teve média de 15,30 mm, com amplitude de 11,84 mm para o genótipo 40 e 19,42 mm para o genótipo 7. A média para o comprimento do pedúnculo (Cpen.) foi de 1,65 cm, com valor mínimo de 0,66 cm (para o genótipo 106) e máximo de 2,20 cm (para o genótipo 115).

A média do teor de sólidos solúveis (TSS) foi de 8,19 (° Brix) com valor mínimo de 6,06 ° Brix para genótipo 110 e 10,36° Brix para o genótipo 70 com valor máximo (Tabela 3). De acordo com Natale et al. (2008), para a indústria, o desejado são valores entre 8° a 12° Brix. Lima et al. (2001), caracterizando frutos de goiabeira, obtiveram valores de TSS de 7,2° a 10,9° °Brix. Araújo et al. (2008), caracterizando acessos de goiabeira do Banco de Germoplasma de *Psidium* da Embrapa Semi-Árido, obtiveram valores de °Brix de 9,6 a 14,0°Brix.

O pH é uma variável que mede, de uma forma geral, a acidez de frutas e alimentos, sendo este o indicador do tipo de tratamento necessário para se conservar alimentos. O aumento do pH está, diretamente, relacionado com o decréscimo da acidez ocorrida com o avanço da maturação dos frutos (Chitarra e Chitarra, 1990). Segundo Manica et al. (1998), valores de pH acima de 3,5 indica a necessidade de se adicionar ácidos orgânicos comestíveis no processamento dos frutos, visando a uma melhor qualidade do produto final industrializado. De acordo com Natale et al. (2009), a polpa dos frutos utilizados pela indústria deve ter pH entre 3,8 a 4,3.

No presente trabalho, a média para pH foi de 4,37, com valor mínimo de 3,61 para o genótipo 128 e valor máximo de 4,88 para o genótipo 86. Para a acidez (A) a média foi de 0,36 % de ácido cítrico. O maior valor foi para o genótipo 109 com 0,65 % de ácido cítrico, o menor valor foi representado pelo genótipo 41 com 0,22 % de ácido cítrico.

A relação entre teor de sólidos solúveis e a acidez (T/A), teve média de 23,01 com valor mínimo de 11,55 para o genótipo 122 e máximo de 33,81 para o genótipo 24. Essa relação é um indicativo do grau de doçura do fruto. A média para a vitamina C (VC) foi de 35,76 mg ácido ascórbico/100g de polpa com o mínimo de 8,59 para o genótipo 109 e máximo de 177,79 mg ácido ascórbico/100g de polpa para o genótipo 109. Essa relação é um indicativo do grau de doçura do fruto. Não existe na literatura variáveis definidas para avaliação de doçura em frutos de goiaba (Andrade et al., 1993). Entretanto, Lima et al. (2002) tiveram uma relação (T/A) de 20,08 para uma determinada cultivar e Pereira et al. (2002) obtiveram relação (T/A) de 18,6, valores que conferem aos frutos sabor bastante adocicado em ambos os trabalhos.

Esses resultados demonstram que a população estudada possui uma alta variabilidade para as diversas características, possibilitando a seleção de materiais promissores ou, mesmo, para geração de híbridos.

#### 4.2 Método Ward MLM – Variáveis Quantitativas

A definição para o número ideal de grupos, usando-se o modelo MLM, foi realizada através da função logarítmica da probabilidade *Log-Likelihood* de acordo com os critérios do pseudo-F e pseudo- $t^2$ , combinados com o perfil da verossimilhança e associado ao teste da razão da verossimilhança (Institute SAS, 2000).

Verificou-se que a formação de cinco grupos com valor máximo absoluto de 41,05 (Figura 2; Tabela 4). Dessa forma, o método garantiu uma definição mais precisa para a formação dos grupos, resultando em agrupamentos de genótipos menos subjetivos.

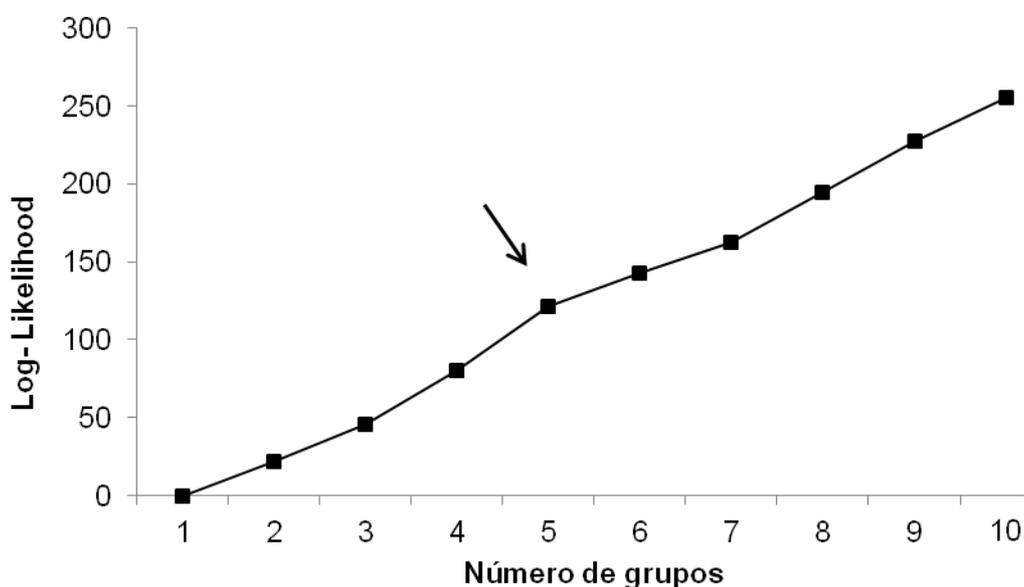


Figura 2 - Função logarítmica de probabilidade (*Log-Likelihood*) com a formação de cinco grupos.

Tabela 4 - Número de grupos formados com base na função logarítmica da probabilidade (*Log-Likelihood*) e seu incremento para variáveis quantitativas.

Número de grupos	Log-likelihood	Incremento
1	-5341, 82	0, 00
2	-5319, 73	22, 10
3	-5296, 31	23, 42
4	-5261, 59	34, 73
<b>5</b>	<b>-5220, 54</b>	<b>41, 05*</b>
6	-5199, 33	21, 22
7	-5179, 59	19, 75
8	-5147, 38	32, 22
9	-5114, 37	33, 02
10	-5086, 33	28, 04

\* Maior incremento para a formação de cinco grupos pela função logarítmica.

A aplicação da metodologia do *Ward – MLM* para as 23 características quantitativas avaliadas nos 138 genótipos de goiaba em estudo possibilitaram a formação de cinco grupos.

Embora essa técnica use todas as informações disponíveis, qualitativas e/ou quantitativas, poucos são os trabalhos que utilizam esse procedimento. Por exemplo, Ortiz et al. (2008) classificaram raças de milho através de características qualitativas e quantitativas; Gonçalves et al. (2009) avaliaram a divergência genética com bases em dados morfológicos, agronômicos e molecular em acessos de tomate, utilizando o modelo de localização *Ward-MLM*; Cabral et al. (2010) quantificaram a diversidade entre acessos de feijoeiro, também, usando a estratégia *Ward-MLM*; Sudré et al. (2010) avaliaram a variabilidade genética em *Capsicum spp* por dados morfológicos e agronômicos.

O grupo 1, composto por 17 genótipos (Tabela 5), caracterizou-se por apresentar frutos maiores em comparação com os demais grupos, com média de 301,94 g (Tabela 6). Segundo Lima et al. (1999), frutos que variam de 100 a 200 g possibilitam o uso para dupla finalidade, ou seja, podem ser destinados tanto ao processamento industrial, bem como ao consumo *in natura*. O uso de frutos para dupla finalidade, também, é corroborado pelo fato de que esses genótipos expressaram predominância para coloração da polpa rósea, uniformidade da cor

da polpa, superfície do fruto áspera ideal para a indústria de processamento de frutos (Pereira et al., 2002).

Tabela 5 - Grupos formados pelos métodos *Ward-MLM* para as 23 variáveis quantitativas de goiabeira.

Grupos	Genótipos
Ward-MLM	
1	7, 22, 29, 46, 52, 55, 65, 92, 93, 95, 96, 98, 108, 119, 122, 127, 132.
2	4, 16, 21, 26, 27, 28, 30, 38, 39, 41, 47, 68, 78, 79, 90, 94, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 109, 114, 120, 121, 123, 128, 130.
3	3, 6, 8, 13, 14, 19, 31, 34, 35,36, 50, 54, 59, 67, 70, 71, 84, 88, 116, 129, 133.
4	1, 11, 23, 37, 40, 42, 43, 44, 45, 48, 51, 53, 56, 58, 60, 64, 66, 69, 72, 73, 74, 76, 81, 83, 89, 91, 101, 110, 111, 115, 117, 118, 125, 131, 134, 135, 136, 137, 138.
5	2, 5, 9, 10, 12, 15, 17 18, 20, 24, 25,32, 33, 49, 57, 61, 62, 63, 75, 77, 80, 82, 85, 86, 87, 102, 103, 112, 113, 124, 126.

Esse grupo, também, se caracterizou por ter uma maior média para o diâmetro do caule (60,87 mm) e altura média de 2,06 m. Araújo et al. (2008) sugerem que caules com diâmetros acima de 42,7mm apresentam potencial para ser utilizados como porta-enxerto, caso apresentem tolerância à praga e a nematóides do solo.

O grupo 1, também, apresentou o maior valor para diâmetro médio do fruto (79,35mm) e média para o comprimento de 87,38 mm. A relação média para o comprimento e diâmetro do fruto de 1,10 confere formatos periformes a ovalados nos frutos, podendo ser destinados ao consumo *in natura*. (Andrade et al., 1993), ressaltam que a relação comprimento e diâmetro do fruto próxima de 1,0 conferem frutos arredondados. Rebouças et al. (2008) obtiveram valor médio para a relação (CT/DT) de 0,83 e Andrade et al. (1993) de 0,89, ambos em goiaba.

Tabela 6 - Médias das variáveis quantitativas para cada um dos cinco grupos formados pelo método *Ward-MLM* e as duas primeiras variáveis canônicas.

Variáveis <sup>1</sup>	GRUPOS					CAN	
	I (17)	II (30)	III (21)	IV (39)	V (31)	CAN1	CAN2
NFP	28, 95	22, 40	26, 53	30, 39	25, 33	-0, 0868	0, 0284
PT	7662, 45	5792, 32	4682, 23	6498, 80	5208, 12	0, 1368	0, 1135
PMF	286, 17	266, 30	188, 67	217, 56	230, 36	0, 7490	0, 2035
DP	60, 88	54, 93	51, 88	55, 18	53, 40	0, 2784	0, 0648
AP	2, 06	2, 05	1, 90	2, 13	1, 99	0, 0691	0, 3756
PF	301, 95	279, 77	187, 01	215, 18	231, 84	0, 8926	0, 1989
DT	79, 36	76, 82	65, 94	71, 51	72, 17	0, 8560	0, 3687
C	87, 39	89, 07	77, 98	80, 10	84, 53	0, 6005	0, 1612
CT/DT	1, 11	1,17	1, 19	1, 13	1, 18	-0, 1175	-0, 2004
PP	55, 74	57, 07	36, 43	47, 29	41, 68	0, 6164	0, 4720
P. POL	246, 22	222, 71	150, 60	167, 90	190, 16	0, 9110	0, 1152
RP	81, 53	79, 60	80, 51	78, 02	82, 04	0, 3021	-0, 4895
EM	17, 48	15, 73	14, 50	13, 83	16, 10	0, 7458	-0, 3009
CPEN	17, 53	15, 46	17, 71	15, 72	17, 20	0, 0140	-0, 3069
TSS	7, 97	7, 90	8, 86	8, 11	8, 24	-0, 2224	-0, 2721
NS	344, 86	346, 1	280, 86	315, 73	248, 42	0, 2712	0, 2091
CS	4, 06	4, 00	3, 87	3, 85	3, 98	0, 3732	-0, 6155
DS	3, 05	3, 00	2, 92	2, 96	3, 04	0, 1862	0, 0152
ES	2, 06	2, 14	2,01	1, 97	2, 12	0, 1978	-0, 0164
PH	4, 37	4, 31	4, 36	4, 40	4, 41	-0, 0933	-0, 0082
A	0,39	0,37	0,38	0,36	0,35	0, 0965	-0, 1093
T/A	20,92	22,12	24,11	23,11	24,19	-0, 2166	-0, 0675
VC	31, 51	34, 17	51, 07	35, 28	29, 87	-0, 1837	-0, 1916

<sup>1</sup> NFP= número de frutos por plantas, PT= produção total, PMF= peso médio dos frutos, DP= diâmetro do caule a 10 cm, AP= altura da planta, PF= massa do fruto, DT= diâmetro transversal, C= comprimento do fruto, CT/DT= relação comprimento/largura, PP= massa fresca da placenta, P.pol.= massa da polpa, RP= rendimento da polpa, EM= espessura do mesocarpo, Cpen.= comprimento do pedúnculo, TSS= teor de sólidos solúveis, NS= número de sementes, CS= comprimento das sementes, DS= largura das sementes, ES=espessura da semente, pH=pH da polpa, A= acidez do fruto, T/A= relação do teor dos sólidos solúveis e acidez, VC= teor de ácido ascórbico.

O grupo 1, em comparação aos demais formados, apresentou uma maior média para o massa da polpa (epicarpo + mesocarpo), com valor de 246,21g (Tabela 6), bem como para a espessura do mesocarpo (17,47mm). Entretanto, esse grupo não expressou alto rendimento da polpa devido ao elevado número de sementes (354,86 sementes/fruto), com dimensões para o comprimento, diâmetro da semente e espessura de 4,05mm, 3,05mm, 2,05mm, respectivamente. Assim sendo, as sementes contribuíram com 18,47% do peso total de frutos nesse grupo.

No que se refere ao rendimento da polpa, o grupo 1 teve média de 81,53%, esse valor é superior ao obtido por diversos autores: Esteves (1981); Andrade et al. (1993); Natale et al. (2009); Filho (2009), porém, ainda, se encontra fora do exigido pelo mercado, que considera frutos com rendimento acima de 94%, como, por exemplo, os obtidos na cultivar Paluma e nos acessos de goiaba avaliados por Rebouças et al. (2008). Vale ressaltar que, no presente trabalho, não foi considerada a camada suculenta onde se situam as sementes (endocarpo). No entanto, a depender do despulpamento do fruto, o seu aproveitamento pode contribuir para elevar o rendimento em polpa (Andrade et al., 1993).

Frutos para o consumo *in natura* não devem possuir muitas sementes. No entanto, a caracterização física das sementes pode fornecer informações sobre a quantidade de frutos a serem colhidos e de sementes necessárias para fins de semeadura, sendo imprescindível no planejamento de produção de mudas. Rebouças et al. (2008) obtiveram média de 72,8 sementes por fruto. As sementes tiveram formato irregular, com valores médios de comprimento, largura e espessura de 4,29 mm, 4,11 mm e 2,68 mm, respectivamente.

O grupo 1 também foi responsável pela maior média para a acidez no fruto com 0,39 % de ácido cítrico. Ou seja, esse grupo possui frutos mais ácidos do que os demais grupos formados. De acordo com Nascimento et al (1998), uma acidez elevada é importante para o processamento do fruto, pois diminui a adição de acidificantes artificiais. No entanto, a acidez não é um fator limitante para a escolha do genótipo se outras características forem satisfatórias (Lima et al., 1999). Frutos mais ácidos permitem melhor conservação e controle da qualidade dos produtos industrializados (Pereira et al., 2002).

Os genótipos do grupo 1 expressaram relação média do teor de sólidos solúveis e acidez (T/A) de 20,92. Essa relação é um indicativo do grau de doçura do fruto. Não existem, na literatura, variáveis definidas para avaliação de doçura em frutos de goiaba (Andrade et al., 1993). Entretanto, Lima et al. (2002) tiveram uma relação (T/A) de 20,08 para uma determinada cultivar e Pereira et al. (2002) obtiveram relação (T/A) de 18,6, valores que conferem aos frutos sabor bastante adocicado em ambos os trabalhos. Em adição a esse fato, essa baixa relação para o grupo 1 se justifica, também, pela média encontrada para o teor de sólidos solúveis que é de 7,97° Brix. O ideal é ter, principalmente para o consumo *in natura*, frutos com °Brix, variando de 10 a 14° Brix (Natale et al., 2009; Araújo et al, 2008).

O grupo 2 é formado por 30 genótipos (Tabela 5) e é caracterizado pela baixa produção de frutos por planta, com média de 22,40g. Cultivares como 'Paluma' produzem, em média, 188,82 frutos por planta (Cardoso et al., 2011). Segundo Gonzaga Neto (2002), pomares de goiabeira não irrigados, quando bem manejados, produzem entre 20 a 60 kg por planta/ano, a partir do 6º ano. No presente experimento, os valores obtidos para a produção por árvore encontram-se abaixo desse intervalo, com a ressalva de que os pomares foram irrigados e, corretamente, manejados e que os genótipos possuíam, na época da colheita, três anos de idade. De acordo com muitos pesquisadores, a goiabeira produz frutos já no primeiro ano e, ao longo das safras, a produção aumenta, gradativamente, até se estabilizar, sendo a produtividade dependente da cultivar (Natale et al., 2009).

O grupo 2 teve a maior média para o comprimento dos frutos, com valor de 89,06 mm e diâmetro de 76,82 mm. A relação média do comprimento e diâmetro do fruto é 1,16, o que confere aos frutos formatos periformes a ovalados, como formato no final do pedúnculo truncado. A média para o peso da placenta é de 57,07 g, sendo superior aos demais grupos. A placenta, nesse estudo, é a região do (endocarpo + sementes) e representa 20,04 % do peso total do fruto. As dimensões médias das sementes para o comprimento, diâmetro e espessura são 4,00 mm, 3,00 mm e 2,14 mm, respectivamente, sendo a média obtida para a espessura da semente maior em comparação às outras dimensões de outros

grupos formados. No processamento do fruto, a região da placenta pode ser utilizada, garantindo um aumento no rendimento da polpa (Andrade et. al., 1993).

O grupo 2, também, é característico por ter a menor média para o pH com valor de 4,31. Segundo Manica et al (1998), valores de pH superiores a 3,5 indicam a necessidade de se adicionar ácidos orgânicos comestíveis no processamento dos frutos, visando a uma melhor qualidade do produto final industrializado. Para Natale et al (2009), a polpa dos frutos utilizados pela indústria deve ter pH entre 3,8 a 4,3.

O grupo 2, também, apresentou menor média para o teor de sólidos solúveis totais, com valor de 7,90° Brix. De acordo com Natale et al. (2009), para a indústria de processamento de frutos, o desejado é ter valores entre 8° a 12° Brix. Lima et al (2002) tiveram valores de 7,2 a 10,9° Brix; Neto et al (2002), de 9,8 a 12,7° Brix; Natale et al (2009), para a cultivar Paluma, valor de 10,9° Brix; Filho (2009), também para a Paluma, obteve valores de, até, 11,70° Brix e Araújo et al (2008), em seus acessos de *P. guajava*, encontraram médias entre 9,67° a 14,0° Brix.

Esses valores relacionados à qualidade do fruto recebem influência direta da variedade, nutrição, estágio de maturação e condições climáticas durante o período de desenvolvimento do fruto (Natale et al., 2009), não havendo, portanto, possibilidade de extrapolar os resultados de uma região para a outra. Esse fato implica a necessidade de pesquisas de âmbito regional para o conhecimento da qualidade dos frutos (Esteves e Carvalho, 1982, citado por Silva et al., 2008).

O grupo 3 é formado por 21 genótipos (Tabela 5). Embora esse grupo produza uma maior quantidade de frutos por planta, quando comparado aos grupos 2 e 5 (26,52 - Tabela 6), esses genótipos possuem frutos menores, com peso médio do fruto de 187,01 mm e diâmetro e comprimento do fruto de 65,93 mm e 77,98 mm, respectivamente (Tabela 5). Também possuem a menor média para o diâmetro do caule (51,87 mm), bem como para a altura da planta (1,89 m).

A relação média para CT/DT, no grupo 3, é de 1,18 (Tabela 6), conferindo aos frutos formatos periformes a ovalados. Como se trata de frutos pequenos, o peso da placenta, bem como a massa da polpa têm valores médios de 36,43 g e 150,60 g. No entanto, o rendimento da polpa se mostrou superior ao tido entre os

grupos 2 e 4. Isso se justifica devido a poucas quantidades de sementes por fruto, que esse fruto possui em comparação a esses mesmos grupos.

O grupo 3, também, apresenta as menores médias para o diâmetro do caule, bem como para a altura de planta com valores de 51,87 mm e 1,89 m, respectivamente. De acordo com Pereira et al. (2002), um dos objetivos do melhoramento para a goiabeira é ter plantas de crescimento baixo e aberto.

O grupo 3 tem a maior média para o comprimento do pedúnculo, com valor de 17,71 mm. Pode-se observar uma sutil tendência para o aumento no comprimento do pedúnculo devido ao menor tamanho dos frutos, facilitando, assim, a colheita dos frutos. Da mesma maneira, frutos com tamanhos maiores apresentam um comprimento menor para o pedúnculo.

Outra característica importante desse grupo é a maior média para o teor de sólidos solúveis. Os sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix) são usados como índice de maturidade e qualidade para alguns frutos e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no suco, sendo constituída, na sua maioria, por açúcares (Maia et al., 1998). Nesse grupo, o valor é de 8,86 $^{\circ}$  Brix. Isso se justifica devido os frutos serem pequenos, o que acarreta uma alta concentração de açúcares (Gonzaga Gonzaga Neto et al., 1997), favorecendo o consumo *in natura*, já que, também, possuem coloração da polpa rosa.

Outro ponto importante é a maior média para o conteúdo de vitamina C, tido para esse grupo, que é de 51 mg ácido ascórbico/100g. Embora existam citações na literatura de cultivares que produzem frutos com teores de vitamina C superiores a 300mg de ácido ascórbico/100 g de polpa, nas análises químicas dos frutos dos principais cultivares brasileiros, não têm sido encontrados teores próximos a esse valor (Pereira et al., 2002). Segundo os mesmos autores, a quantidade diária de vitamina C necessária para uma pessoa adulta é de, cerca de, 75 mg. Assim sendo, o consumo de um fruto com tamanho superior a 100 g seria suficiente para atender às exigências diárias dessa vitamina, o que sugere que o grupo 3 apresenta valores próximos ao recomendado para o consumo diário. Já no que se refere a produtos industrializados, o conteúdo de vitamina C é mais baixo em virtude das perdas ocorridas com o aquecimento. Para Pereira et al. (2002), um dos objetivos do programa de melhoramento de goiaba é obter

cultivares com teor de vitamina C em torno de 100 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa ou superior.

O grupo 4, composto por 39 indivíduos (Tabela 5), é caracterizado por apresentar a maior média para número de frutos por planta 30,38 (Tabela 6). Entretanto, seus frutos possuem um tamanho reduzido quando comparados ao grupo 3.

Embora o grupo 4 apresente, em sua maioria, indivíduos de coloração da polpa rosa, ideal para a indústria de processamento (Pereira et al., 2002), a média para o rendimento da polpa é uma das menores obtidas com valor de 78,02 %. Isso se justifica pela espessura do mesocarpo, que, também, tem a menor média em relação aos demais grupos formados, com valor de 13,83 mm. Esse grupo, também, caracterizou-se por ter sementes pequenas, com comprimento e espessura, com valores de 3,85 mm e 1,97 mm.

O grupo 5, composto por 31 genótipos (Tabela 5), é caracterizado por apresentar maior média para o rendimento de polpa em comparação com os demais grupos, com valor de 82,04 %. Isso se deve ao fato do grupo 5 possuir uma menor média para o número de sementes, com valor de 248,42 por fruto, e uma das maiores médias para a espessura do mesocarpo (16,10mm), tornando-se ótimas para a produção de compotas (Kavati 1997). De acordo com Pereira et al. (2002), frutos com poucas sementes e com cavidade da polpa bem cheia favorecem um aproveitamento para purê de 80 %, o qual é considerado bom pela indústria de processamento.

O grupo 5 apresenta uma acidez menor em relação aos demais grupos, com valor de 0,35 % de ácido cítrico, ou seja seus frutos são menos ácidos. Segundo Pereira et al. (2002) a acidez titulável é uma característica importante, principalmente nas goiabas destinadas à industrialização na forma de goiabada, pois quanto maior a acidez do fruto, menor é o gasto da indústria com a adição de ácidos orgânicos. De acordo com os mesmo autores, acidez total titulável em torno de 1,5 a 2,0 % nos frutos permitem uma melhor conservação e controle da qualidade dos produtos industrializados.

O grupo 5 se destacou, também, por ter a maior média para pH do fruto 4,41, sendo menos ácido do que os demais grupos formados e ideal para o consumo *in natura* (Kavati 1997) (Tabela 6). Segundo Manica et al. (1998),

valores de pH superiores a 3,5 indicam a necessidade de se adicionar ácidos orgânicos comestíveis no processamento do fruto, visando a uma melhor qualidade do produto final industrializado. De acordo com Chitarra e Chitarra (1990), a determinação do pH é de grande relevância, devido a vários fatores, tais como: desenvolvimento de micro-organismos, influência na palatabilidade, emprego de esterilização e escolha de embalagem que será utilizada para o alimento. Já acidez titulável é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Essa quantidade tende a aumentar com o decorrer do crescimento da fruta até o seu completo desenvolvimento fisiológico, quando começa a decrescer à medida que ela vai amadurecer.

A quantidade de ácido a ser adicionado deve ser suficiente para ajustar o pH para próximo de 3,5. Desta forma, a adição de acidulantes depende do pH inicial do suco ou da polpa da fruta utilizada. Em geral, frutas ácidas necessitam de pouca ou nenhuma adição de ácido, o contrário daquelas de reduzida acidez, que requerem uma quantidade maior de acidulantes (Gouveia et al., 2004), como é o caso do grupo 5.

O grupo 5 apresentou, também, uma menor média para o teor de vitamina C, com valor de 29,87 mg ácido ascórbico/100 g, valor este inferior aos demais grupos formados. A quantidade necessária para o consumo humano é de 75 mg, sendo o procurado por melhoristas, que desejam ter cultivares com teor de vitamina C em torno de 100 a 300 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa ou superior (Pereira et al., 2002).

Observou-se que, através da análise das variáveis canônicas, obtidas a partir do método *Ward MLM* para as 23 características quantitativas em 138 genótipos (Tabela 6), as características que mais contribuíram para a divergência genética foram, hierarquicamente: massa da polpa (P.pol.), com maior valor absoluto entre as variáveis de 0,9910; massa do fruto (PF), com valor de 0,8926; diâmetro do fruto (DT), com 0,8560; peso médio do fruto (PMF), com valor de 0,7490; espessura do mesocarpo (EM), com maior valor absoluto entre as variáveis de 0,7458 e massa fresca da placenta (PP) com 0,6164.

O resultado da análise mostra que foram necessárias as duas primeiras variáveis canônicas para explicar 89,71 % da variação. Pode-se afirmar que a

análise reduziu as 23 características em duas variáveis. A primeira variável explicou 65,36% e a segunda 24,35% (Figura 3)

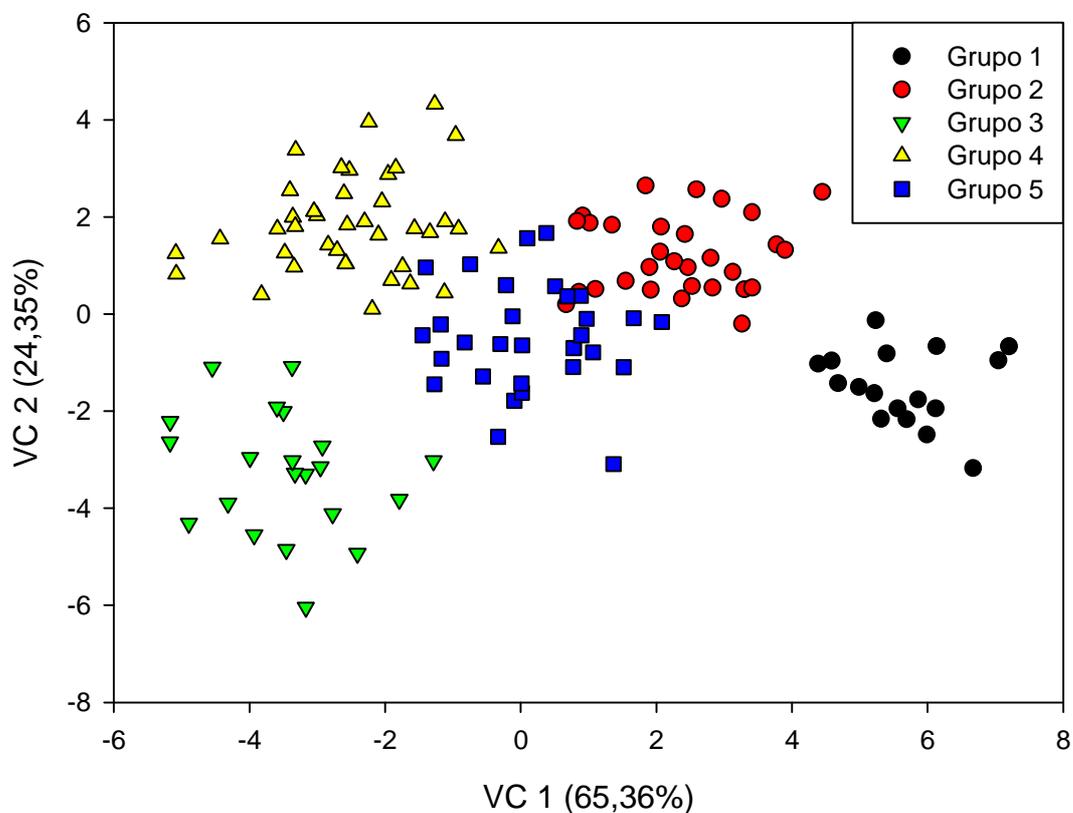


Figura 3 - Duas primeiras variáveis canônicas para os cinco grupos formados pela análise *Ward-MLM* para variáveis quantitativas.

A identificação de genótipos mais divergentes foi realizada com base na dispersão gráfica e confirmada através das distâncias entre pares de grupos.

De acordo com a Figura 3 e a Tabela 8, foram identificados os grupos de genótipos mais similares e mais distantes.

Tabela 7 - Distância entre os grupos formados pelo método *Ward-MLM* para variáveis quantitativas

Grupos	1	2	3	4	5
1	0	24,83149	<b>89,35907</b>	<b>78,25874</b>	38,57077
2		0	55,00469	27,33041	<b>11,86442</b>
3			0	28,38455	25,70125
4				0	16,93124
5					0

O grupo 1 esteve mais distante do grupo 3 e mais próximo do grupo 2. Entretanto, o grupo 2 se manteve mais distante do grupo 3 e mais similar ao grupo 5. O grupo 3 esteve mais próximo do grupo 5, enquanto o grupo 4 possui os genótipos mais distantes em relação aos genótipos do grupo 1; ao contrário, ele se mantém mais próximo ao grupo 5. O grupo 5 esteve mais distante do grupo 1 e mais próximo ao grupo 2.

### 4.3 Redes Neurais – Variáveis Quantitativas

O número de grupos definidos pela função logarítmica da probabilidade *Log-Likelihood* para características quantitativas foi o mesmo utilizado na aplicação da técnica de Redes Neurais Artificiais, uma vez que a aplicação das RNAs demanda a necessidade da determinação, *a priori*, do número de grupos que melhor descreva a estrutura dos dados analisados.

Através da técnica de agrupamento das Redes Neurais Artificiais, considerando 23 características quantitativas e a definição de cinco grupos *a priori*, pôde-se observar uma diferença nos genótipos alocados, comparando-se as técnicas *Ward-MLM* e RNAs Tabela 5 e Tabela 8.

Tabela 8 - Grupos formados pelos métodos *Ward-MLM* para as 23 variáveis quantitativas de goiabeira aplicadas nas redes neurais artificiais.

Redes Neurais	
1	44
2	1, 3, 14, 15, 21, 33, 34, 38, 43, 46, 52, 53, 56, 60, 62, 64, 69, 75, 79, 80, 92, 107, 116, 117, 120, 121, 138.
3	23, 24, 37, 40, 49, 54, 81, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 108, 110, 119.
4	2, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 35, 36, 45, 48, 50, 59, 66, 67, 70, 72, 76, 78, 86, 87, 91, 100, 101, 102, 103, 105, 111, 112, 113, 114, 118, 123, 128, 129, 131, 133, 135.
5	6, 7, 10, 22, 25, 29, 30, 31, 32, 39, 41, 42, 47, 51, 55, 57, 58, 61, 63, 65, 68, 71, 73, 74, 77, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 93, 104, 106, 109, 115, 122, 124, 125, 126, 127, 130, 132, 134, 136, 137.

Tabela 9 - Médias das variáveis quantitativas para cada um dos cinco grupos formados pelo método Redes Neurais Artificiais.

Variáveis <sup>1</sup>	GRUPOS				
	I (1)	II (27)	III (16)	IV (47)	V (47)
NFP	81	35,15	49,06	16,13	23,79
PT	32873,90	7630,93	11390,68	3088,61	5339,10
PMF	410,92	234,29	243,09	221,40	242,75
DP	54,96	53,00	56,62	53,64	56,73
AP	2,10	2,06	2,03	2,01	2,04
PF	174,36	238,96	258,33	227,24	246,65
DT	65,89	72,97	74,91	71,34	73,96
C	76,56	83,51	84,19	83,17	84,06
CT/DT	1,16	1,15	1,12	1,17	1,14
PP	45,06	48,13	50,85	45,47	48,19
P. POL	129,30	190,82	207,47	181,77	198,46
RP	74,16	80,00	80,12	79,96	80,34
EM	12,81	15,40	15,70	14,85	15,61
CPEN	16,73	17,46	16,82	16,23	16,16
TSS	6,76	7,91	7,50	8,70	8,09
NS	329,00	301,17	358,38	290,25	308,90
CS	3,80	3,95	3,95	3,90	3,97
DS	2,87	3,02	2,97	2,93	3,04
ES	1,89	2,05	2,04	2,08	2,05
PH	4,26	4,36	4,34	4,35	4,40
A	0,35	0,34	0,37	0,37	0,37
T/A	19,20	23,67	20,49	23,97	22,63
VC	30,07	29,67	32,59	36,39	39,82

<sup>1</sup> NFP= número de frutos por plantas, PT= produção total, PMF= peso médio dos frutos, DP= diâmetro do caule a 10 cm, AP= altura da planta, PF= massa do fruto, DT= diâmetro transversal, C= comprimento do fruto, CT/DT= relação comprimento/largura, PP= massa fresca da placenta, P.pol.= massa da polpa, RP= rendimento da polpa, EM= espessura do mesocarpo, Cpen.= comprimento do pedúnculo, TSS= teor de sólidos solúveis, NS= número de sementes, CS= comprimento das sementes, DS= largura das sementes, ES=espessura da semente, pH=pH da polpa, A= acidez do fruto, T/A= relação do teor dos sólidos solúveis e acidez, VC= teor de ácido ascórbico.

De acordo com a RNA, o grupo 1 foi composto por, apenas, um indivíduo, o genótipo 44 (Tabela 8). Esse genótipo se destacou, principalmente, pela grande produção de frutos 81 (Tabela 9), valor superior ao encontrado por Alves e Freitas I. (2007) para a cultivar Paluma, o qual foi de 37 frutos produzidos. Segundo Filho (2009), a produção dos frutos da goiabeira varia muito de genótipo para genótipo, principalmente, quando a multiplicação é por via seminal, ocasionando alta heterogeneidade dos pomares inclusive para essa característica.

O grupo 1 apresentou diâmetro do caule de 54,96 mm e altura de planta de 2,10 m. O peso total, considerando, apenas, os frutos viáveis, foi de 32873,90g. A massa do fruto médio para a amostragem de dez frutos foi de 174,36 g, apresentando frutos pequenos, se comparados aos demais grupos formados (Tabela 9). Segundo Gonzaga Neto et al. (1997), plantas que não tiveram seus frutos desbastados, geralmente, são mais produtivas, como é o caso do genótipo 44. Entretanto, os assimilados produzidos pela planta, através da fotossíntese, terão que ser distribuídos em uma maior quantidade de drenos (frutos), tendo como consequência frutos pequenos. Contudo, embora possua peso inferior em relação aos demais grupos, o genótipo 44 produz frutos dentro dos limites recomendados pela indústria (Lima et al., 1999).

Como consequência dos frutos pequenos, o diâmetro e comprimento médio do fruto, no grupo 1, foram de 65,89 mm e 76,56 mm, respectivamente (Tabela 9). A relação CT/DT é um índice medidor da qualidade industrial. Quando ele se aproxima de 1, indica que os frutos apresentam formato arredondado e uniforme e são dispensados na classificação quanto ao formato. Essa característica é, também, um fator de qualidade de produtos acabados, essencial para o preparo de compotas e frutos cristalizados (Andrade et al., 1993). Essa relação para o grupo 1 ficou em torno de 1,16, conferindo aos frutos formatos periforme ou ovalados, o que os destinaria para consumo *in natura* Paiva et al. (1995).

Esse grupo teve a menor média para massa da polpa e espessura do mesocarpo, acarretando uma média inferior quanto ao rendimento do fruto, se comparado aos demais grupos formados (Tabela 10). Andrade et al. (1993) obtiveram para frutos de araçá-pera (*Psidium acutangulum* D.C.) rendimento médio de 67,93 % e Filho (2009) para frutos da cultivar Paluma valores de 68,7-

71,4 % para colheitas realizadas em outono e 75,8-67,76 % colheita no período da primavera. Segundo Lima et al. (1999), a seleção de frutos deve ser realizada com valores acima de 70%, o que vem corroborar o potencial da população estudada neste experimento, que, de modo geral, apresentou médias acima desse índice.

O peso da placenta (endocarpo + sementes), também, teve menor média com valor de 45,06 g, o que não impediu de esse grupo possuir muitas sementes, com as menores espessuras, se comparado com os demais grupos (Tabela 9).

Os sólidos solúveis totais (°Brix) são usados como índice de maturidade e qualidade para alguns frutos, indicando a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidos no suco, sendo constituído, na sua maioria, por açúcares (Maia et al., 1998). Para o grupo 1, esse teor foi o menor encontrado com valor de 6,76° Brix, conferindo frutos não muitos adocicados comprovado, também, devido à relação (T/A) que foi baixa 1,92(Tabela 9). De acordo com Natale et al. (2009), para a indústria, o desejado são valores entre 8 a 12° Brix. Lima et al. (2002), caracterizando frutos de goiabeira, obtiveram valores de TSS de 7,2 a 10,9 °Brix. Araújo et al. (2008), caracterizando acessos de goiabeira do Banco de Germoplasma de *Psidium* da Embrapa Semi- Árido, obtiveram valores de °Brix de 9,6 a 14,0°Brix.

O pH é uma variável que mede, de uma forma geral, a acidez de frutas e alimentos, sendo esse o indicador do tipo de tratamento necessário para se conservar alimentos. O aumento do pH está diretamente relacionado com o decréscimo da acidez ocorrida com o avanço da maturação dos frutos (Chitarra e Chitarra, 1990). Segundo Manica et al. (1998), valores de pH acima de 3,5 indicam a necessidade de se adicionar ácidos orgânicos comestíveis no processamento dos frutos, visando a uma melhor qualidade do produto final industrializado. De acordo com Natale et al. (2009), a polpa dos frutos utilizados pela indústria deve ter pH entre 3,8 a 4,3. O grupo 1 teve média para o pH de 4,26 e acidez de 0,35 % de ácido cítrico (Tabela 9). Segundo Nascimento et al. (1998), uma acidez elevada é importante para o processamento, pois diminui a adição de acidificantes artificiais. No entanto, não é um fator limitante para a escolha do genótipo se outras características forem satisfatórias Lima et al. (1999).

As características TSS e A, isoladamente, podem representar um falso indicativo do sabor dos frutos. Entretanto, a relação T/A é um indicativo do grau de doçura, e é considerada uma das formas mais práticas para este fim (Nascimento et al., 1998). O grupo 1 teve uma relação média para T/A de 19,20 (Tabela 9), valor este inferior aos demais grupos formados, no entanto, superior ao de Pereira et al. (2002), ao lançarem uma nova cultivar de goiabeira obtiveram uma relação T/A de 18,6 indicando um grau de doçura elevado aos frutos.

O teor de vitamina C desejado para o consumo humano diário para uma pessoa adulta é de cerca de 75 mg de ácido ascórbico, sendo que o consumo de um fruto com tamanho superior a 100 g seria suficiente para atender às exigências diárias dessa vitamina (Pereira et al., 2002). O objetivo do melhoramento para a goiabeira é obter conteúdo mínimo de vitamina C de 300 mg/100 g de peso fresco. Tendo em vista que, no processo de industrialização, o conteúdo de vitamina C é mais baixo, em virtude das perdas ocorridas com o aquecimento (Pereira et al., 2002), na maioria das vezes, devido à presença de oxigênio no meio e aos íons que catalisam a degradação do ácido ascórbico, degradação esta de caráter oxidativo, o corte, oriundo do processamento, aumenta a atividade enzimática e é responsável, também, pela formação de pigmentos escuros, resultando em rápida perda de vitamina C (Jacomino et al., 2004).

O grupo 1 teve média de 30,07 mg de ácido ascórbico/100 g (Tabela 9). Esse valor se encontra fora dos limites desejados tanto para o consumo diário bem como para a indústria. Além dessas características, o grupo é formado por frutos de coloração da polpa rosa, superfície do fruto lisa, com coloração uniforme da polpa.

O grupo 2 foi composto por 27 genótipos avaliados (Tabela 8). Esse grupo, em média, produziu 35,15 frutos, com peso total de 7630,93g (Tabela 9). Essa produção de frutos se mostra inferior, se comparada à cultivar como Paluma, que tem, em média, produção de 188,82 frutos (Cardoso et al., 2011). Gonzaga Neto et al. (1997) encontraram diferentes valores para a produtividade de acordo com o raleamento dos frutos, sendo que a cultivar Rica, com 500 frutos, produziu 76,5Kg, porém, para plantas com 200 frutos, o total ficou em torno de 43,7Kg, valores estes superiores ao obtido neste trabalho. Assim sendo, plantas não

raleadas apresentaram uma maior produtividade, contudo nem todos os frutos produzidos apresentem boa qualidade para o mercado (Gonzaga Neto et al., 1997). Vale ressaltar que, no presente trabalho, não foi feito o raleio dos frutos, pois não se tinha nenhuma informação a respeito da produtividade dos genótipos avaliados, sendo essa informação de suma relevância para o estudo da divergência genética.

O grupo 2 possui diâmetro do caule de 53,00mm e altura de 2,06m, média para o massa do fruto de 238,96g e diâmetro e comprimento do fruto de 72,97mm e 83,51mm, respectivamente. A relação CT/DT de 1,15 (Tabela 9) indica que os frutos apresentam formato periformes a ovalados, ideais para o consumo *in natura*. Andrade et al. (1993) obtiveram uma relação CT/DT de 0,89. Por sua vez, Rebouças et al. (2008) tiveram valores médios de 0,83, conferindo, assim, frutos arredondados, sendo a relação CT/DT próxima de 1,0, indicando que os frutos possuiriam dupla finalidade, podendo ser destinados à indústria de processamento de frutos bem com ao consumo *in natura*.

Para o peso médio da placenta (PP), o valor obtido foi de 48,14g. Para o peso médio da polpa, a média foi de 190,82g e a espessura do mesocarpo foi de 15,40mm, valores estes superiores aos grupos 1 e 4, (Tabela 9). De acordo com Pereira et al. (2002), 80% de aproveitamento do fruto é considerado bom para a indústria de processamento de frutos.

O grupo 2 se destacou pelos menores valores médios de comprimento da semente, acidez e vitamina C. Entretanto, o grupo 2 possuiu a maior média foi para o comprimento do pedúnculo. Frutos de tamanhos pequenos apresentaram uma tendência para um maior comprimento de pedúnculo (Tabela 9).

Em sua maioria, o grupo 2, também, é caracterizado por genótipos de coloração da polpa rosa, superfície do fruto lisa, apresentando uniformidade da cor da polpa e frutos com escurecimento da polpa após o corte.

O grupo 3 é composto por 16 genótipos (Tabela 8) e é detentor das maiores médias para o número de frutos por planta (49,06), peso total de frutos (11,39kg), peso médio dos frutos (243,09g), massa do fruto médio (258,33g), diâmetro e comprimento médio de fruto, com 74,91mm e 84,19mm, respectivamente, peso médio da placenta(50,86mm), massa da polpa (207,47g),

espessura do mesocarpo (15,70mm), acidez de 0,37 % de ácido cítrico (Tabela 9).

O grupo 3 se caracterizou pela alta produtividade, se comparado aos demais grupos, além da produção de frutos grandes. Entretanto, não foi o grupo responsável pelo maior rendimento da polpa devido à grande quantidade de sementes, o que não é interessante para o consumo *in natura* (Kavati, 1997) Mesmo assim, o grupo 3 apresenta características favoráveis a serem utilizadas pela indústria de alimentos (Pereira et al., 2002) (Tabela 9). O grupo, em sua maioria, apresentou genótipos de coloração da polpa rosa - pálido superfície do fruto áspera, uniformidade da coloração da polpa e, em minoria, descoloração da polpa.

O grupo 4, composto por 47 genótipos (Tabela 8), apresentou as menores médias para o número de frutos por planta, com valor de 16,13, peso total de frutos de 3088,61 g, peso médio do fruto de 221,40 g, altura da planta de 2,01 m, massa do fruto médio de 227,24 g, diâmetro e comprimento do fruto de 71,34 mm e 83,17 mm, respectivamente (Tabela 9).

Para o grupo 4, o peso médio da placenta foi de 45,47 g, a massa da polpa foi 181,77 g, a espessura do mesocarpo foi de 14,85 mm, o número médio de sementes foi de 290,25, o diâmetro de sementes de 2,93 mm, o rendimento de polpa de 79,96 % (Tabela 9). Esse grupo também se caracterizou pelas maiores médias para a relação CT/DT, com valor de 1,17; teor de sólidos solúveis de 8,70°Brix; espessura da semente de 2,08 mm; relação média do T/A de 23,97, conferindo aos frutos sabor mais adocicado em relação aos demais frutos (Tabela 9). O grupo 4, que é representado por frutos de tamanhos menores, apresenta, em sua maioria, genótipos de coloração da polpa rosa, superfície lisa do epicarpo, uniformidade da polpa e escurecimento da polpa do fruto.

O grupo 5, composto por 47 genótipos avaliados (Tabela 8), é característico por ter apresentado maior média para o diâmetro do caule com valor de 56,73 mm (Tabela 9). Araújo et al. (2008) obtiveram diâmetro para o caule em acessos de *Psidium* de 42,70 mm. De acordo com esses autores, diâmetro acima de 42,70 mm facilita o uso dessas plantas, como porta-enxerto, caso apresentem tolerância à praga e nematóides dos solos.

A média para o comprimento e diâmetro da semente foi de 3,97 mm e 3,04 mm, respectivamente (Tabela 9) com comprimento maior que o diâmetro. Rebouças et al. (2008) obtiveram valores médios para o comprimento, largura e espessura de 4,29 mm, 4,11 mm e 2,68 mm, respectivamente, o que resultou em sementes de formato irregular. De acordo com esses autores, a caracterização física das sementes pode fornecer informações sobre a quantidade de frutos a serem colhidos e de sementes necessárias para fins de semeadura, sendo imprescindível no planejamento de produção de mudas.

O grupo 5 se caracterizou, principalmente, pelo maior rendimento da polpa, com valor de 80,34 % (Tabela 9) e, em sua maioria, apresentou coloração da polpa rosa, uniforme ideal para a utilização na indústria de processamento (Kavati 1997), pH de 4,40 e vitamina C de 39,82 mg de ácido ascórbico (Tabela 9). Vale ressaltar que esse grupo apresentou um indivíduo com valor para vitamina C de 177,79 mg de ácido ascórbico, podendo esse genótipo ser indicado a futuros cruzamentos.

#### **4.4 Análise Discriminante de Anderson - Redes Neurais Artificiais**

Através da análise discriminante de Anderson, pôde-se obter a distância entre grupos, sendo os mais similares os grupos 4 e 5 com distância de 1,75 e os mais divergentes o 1 e 4 (Tabela 10).

A determinação do número de grupos para as redes neurais artificiais que melhor descrevesse a estrutura dos dados analisados foi obtida pelo método *Ward-MLM*, o qual indicou que cinco grupos seriam o ideal para a análise de agrupamento. Para verificar tal assertiva, aplicou-se a análise discriminante de Anderson.

Segundo a análise discriminante de Anderson, conforme descrito por Cruz e Carneiro (2003), o melhor resultado, com relação aos agrupamentos, foi observado quando foram utilizados três grupos, tendo percentual de 83,34% (Tabela 11). Observa-se que, quanto menor o número de grupos, maior é a confiabilidade do agrupamento.

Tabela 10 - Distância ( $D^2$ ) entre os grupos formados com base no agrupamento via redes neurais, através da análise discriminante de Anderson.

Grupos	$D^2$	F calculado	Significância
1 e 2	111,05	0,72	100,00
1 e 3	107,05	-2,04	100,00
1 e 4	116,64	2,59	1,22
1 e 5	113,59	2,52	1,42
2 e 3	3,37	0,68	100,00
2 e 4	3,28	1,70	5,92
2 e 5	2,31	1,19	29,36
3 e 4	8,10	2,69	0,32
3 e 5	5,12	1,70	7,06
4 e 5	1,75	1,37	16,05

Tabela 11 - Resultado da análise discriminante de Anderson, segundo percentual de classificação correta dos grupos propostos pelas redes neurais artificiais, para *Psidium guajava* L.

Número de grupos da rede neural artificial	Percentual de classificação correta dos grupos
3	83,34
5	76,09
7	66,67

As tabelas abaixo contêm a percentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo obtida mediante a análise discriminante de Anderson (1958). Tais informações devem ser analisadas pelo seguinte aspecto: na diagonal principal, encontra-se a porcentagem de classificação correta para cada

um dos grupos. Todos os demais campos correspondem à classificação incorreta. Para verificar a porcentagem de classificação incorreta para um determinado grupo, deve-se observar a linha da tabela (Tabela 12).

Tabela 12 - Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise discriminante de Anderson (1958), com base na classificação proposta pelo método de redes neurais em três grupos, considerando 23 caracteres quantitativos avaliados em 138 genótipos de goiabeira (*Psidium guajava* L.).

Grupos	1	2	3
1	87,5	0,00	12,5
2	0,00	87,5	12,5
3	3,45	18,97	77,59

Taxa de erro aparente – 16,66%

Ao se considerar o agrupamento proposto pela rede neural artificial, a taxa de erro aparente, de acordo com a análise discriminante de Anderson, foi de 16,66%. Ou seja, com base na análise discriminante de Anderson, 83,34%% dos genótipos foram classificados corretamente, nos grupos previamente definidos.

Tabela 13 – Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise discriminante de Anderson (1958), com base na classificação proposta pelo método de redes neurais em cinco grupos, considerando 23 caracteres quantitativos avaliados em 138 genótipos de goiabeira (*Psidium guajava* L.).

Grupos	1	2	3	4	5
1	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	74,07	11,11	3,7	11,11
3	0,00	25,0	75,0	0,00	0,00
4	0,00	6,38	0,00	74,47	19,15
5	0,00	12,77	0,00	8,51	78,72

Taxa de erro aparente – 23,91%

De acordo com o agrupamento proposto pela rede neural artificial, a taxa de erro aparente para cinco grupos foi de 23,91%. Ou seja, com base na análise discriminante de Anderson, 76,09% dos genótipos foram classificados corretamente nos grupos previamente definidos (Tabela 13).

Para a análise discriminante de Anderson com sete grupos, a taxa de erro aparente foi de 33,33%. Ou seja, 66,67% dos genótipos foram classificados corretamente, nos grupos previamente definidos (Tabela 14).

Tabela 14 - Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise discriminante de Anderson (1958), com base na classificação proposta pelo método de redes neurais em sete grupos, considerando 23 caracteres quantitativos avaliados em 138 genótipos de goiabeira (*Psidium guajava* L.).

Grupos	1	2	3	4	5	6	7
1	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	52,17	0,00	13,04	17,39	0,00	17,39
3	0,00	0,00	73,33	0,00	0,00	20,00	6,67
4	0,00	5,56	0,00	94,44	0,00	0,00	0,00
5	0,00	13,79	0,00	6,90	62,07	3,45	13,79
6	0,00	5,88	11,76	0,00	0,00	70,59	11,76
7	0,00	11,43	0,00	0,00	8,57	20,00	60,00

Taxa de erro aparente – 33,33%

Com relação à análise discriminante de Anderson, sua utilização foi considerada viável, como um método para verificar a consistência do número ideal de grupos a serem propostos para as RNAs, sendo esse número de grupos proposto via *Ward-MLM*.

Barbosa et al. (2010) afirmaram que a função discriminante de Anderson demonstrou ter um grande potencial para verificar a consistência do agrupamento proposto pela técnica da Rede Neural Artificial. Sudré et al. (2006), também, verificaram que a função discriminante de Anderson foi adequada na caracterização e manejo de bancos de germoplasma, mostrando-se uma ferramenta adicional para aferir a correta classificação fornecida por métodos de análise multivariada utilizados.

Com relação à margem dos valores encontrados para a taxa de erro aparente, Barbosa et al. (2010), trabalhando com acesso de *Carica papaya* L.,

encontraram taxa de erro aparente de 8,00% quando os acessos foram agrupados pelo método da Rede Neural Artificial para a primeira época de colheita, 8,33% para a segunda época de colheita e 6,25% para a média das épocas de colheita. Esses valores foram observados, utilizando-se 4 grupos para a classificação dos acessos de mamoeiro.

A consistência de agrupamentos de espécies do gênero *Brachiaria* foi verificada por Assis et al. (2003) através da análise discriminante de Anderson, onde taxas de erro aparente de valor elevado foram encontradas, como, por exemplo, 69,33% para *B. brizantha*. No presente estudo, a menor taxa de erro aparente foi para o número de grupo 3, como valor de 16,66%. Ou seja, com base na análise discriminante de Anderson, 83,34% dos genótipos foram classificados corretamente, nos grupos previamente definidos (Tabela 11, Tabela 12).

Para 5 grupos, a taxa de erro aparente foi de 23,91% , tendo 76,09% dos genótipos classificados corretamente, nos grupos previamente definidos (Tabela 13). Segundo a análise discriminante de Anderson, com sete grupos, a taxa de erro aparente foi de 33,33%, ou seja, 66,67% dos genótipos foram classificados corretamente, nos grupos previamente definidos (Tabela 14).

Barbosa et al. (2010), também, tiveram uma melhor percentagem para a formação de 3 grupos proposta pela rede neural artificial com valor de 93,75%, demonstrando que, quanto menor é o número de grupos, maior é a confiabilidade do agrupamento.

#### **4.5. - Método *Ward MLM*- variáveis quantitativas e qualitativas**

Para a análise das características quantitativas e qualitativas, a definição do número ideal de grupos, usando-se o modelo *MLM*, foi realizada através da função logarítmica da probabilidade *Log-Likelihood* de acordo com os critérios do pseudo-F e pseudo-t<sup>2</sup>, combinados com o perfil da verossimilhança e associados ao teste da razão da verossimilhança (Institute SAS, 2000).

Verificou-se que a formação de sete grupos apresentou um maior incremento na função de probabilidade, com valor máximo absoluto de 74,36

(Figura 4, Tabela 15). O método indicou a formação de sete grupos, resultando em agrupamentos de acessos menos subjetivos.

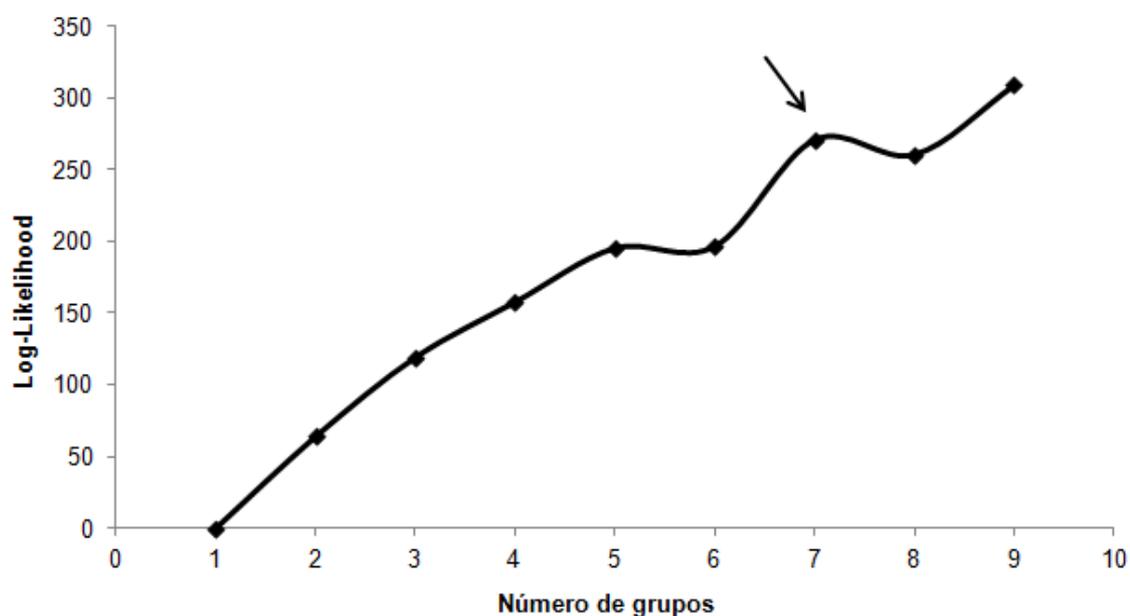


Figura 4 - Gráfico que expressa a função logarítmica da probabilidade (*Log-likelihood*) em relação aos sete grupos formados para variáveis quantitativas e qualitativas em goiabeiras.

Tabela 15 - Número de grupos formados com base na função logarítmica da probabilidade (*Log-Likelihood*) e seu incremento para variáveis quantitativas e qualitativas.

Número de grupos	<i>Log-likelihood</i>	Incremento
1	-5878,86	0,00
2	-5814,77	64,08
3	-5759,60	55,17
4	-5721,00	38,59
5	-5683,51	37,49
6	-5682,12	1,389
<b>7</b>	<b>-5607,76</b>	<b>74,36 *</b>
8	-5618,14	-10,38
9	-5569,82	48,32

A aplicação da técnica de agrupamento *Ward-MLM* para dados conjuntos (quantitativo + qualitativo) proporcionou a formação de sete grupos, para que os 138 genótipos avaliados fossem alocados em seus respectivos grupos.

O grupo 1, composto por 37 genótipos no total (Tabela 16), apresentou uma produtividade de 28,76 frutos por planta (Tabela 17). Esses frutos se caracterizaram por possuir, em grande parte, coloração da polpa do fruto rosa, ideal para a produção de polpa, frutos considerados grandes (Lima et al., 1999), teor de sólidos solúveis de 8,50° Brix, pH de 4,33 e acidez de 0,36 estando dentro dos limites recomendados para a indústria (Natale et al., 2009).

Tabela 16 - Grupos formados pelo método *Ward-MLM* para variáveis quantitativas e qualitativas.

Grupos	Acessos
<i>Ward-MLM</i>	
1	2, 5, 6, 23,37, 40, 43, 44, 45, 47, 50, 53, 62, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 83, 84, 91, 102, 113, 117, 118, 128, 131, 133, 135, 136, 137, 138.
2	21, 22, 30, 35, 65, 68, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 104, 105, 106, 107, 114, 121, 122, 123, 125, 127.
3	1, 18, 25, 31, 38, 39, 41, 46, 48, 55, 58, 60, 61,63, 79, 86, 87, 98, 99, 110, 134.
4	4, 8, 9,10, 11, 12, 16, 20, 26, 28, 51, 72, 76, 77, 80, 82, 85.
5	14, 15, 27, 33, 56, 81, 88, 101, 103, 111, 112, 120, 129.
6	7, 17, 24, 29, 32, 49, 52, 54, 108, 109, 119, 124, 130, 132.
7	3, 13, 19, 34,36, 42, 57, 59, 115, 116, 126.

Tabela 17 - Médias das variáveis para cada um dos sete grupos formados pelo método *Ward-MLM* para variáveis quantitativas e qualitativas e as três variáveis canônicas.

Variáveis <sup>1</sup>	GRUPOS							CAN		
	I (37)	II (25)	III (21)	IV (17)	V (13)	VI (14)	VII (11)	CAN1	CAN2	CAN3
NFP	28,75	25,28	30,09	17,35	26,76	30,00	27,27	0,007403	0,127962	-0,317113
PT	5950,17	6582,97	6527,32	3923,06	5284,31	7520,15	4980,64	0,198743	0,031924	-0,250881
PMF	215,62	277,06	230,22	235,60	225,17	263,07	189,67	0,639122	-272590	0,096277
DP	53,44	59,29	56,15	54,22	53,36	54,81	50,62	0,295487	-0,115927	0,017251
AP	2,01	1,98	2,14	2,00	2,05	2,07	1,97	0,068700	0,237565	0,022451
PF	212,44	291,34	238,36	237,34	227,31	271,83	189,71	0,768422	-,0253710	0,111041
DT	70,51	77,42	74,28	72,41	71,22	76,46	66,51	0,722082	-0,146443	0,071540
C	78,97	89,94	80,76	87,04	86,35	85,99	78,68	0,548701	-0,338997	0,462407
CT/DT	1,12	1,16	1,08	1,20	1,21	1,12	1,18	-0,048130	-0,243106	0,489264
PP	45,24	57,78	46,77	43,79	46,18	48,88	39,10	0,479673	-0,320157	-0,081575
P. POL	167,19	233,55	191,59	193,55	181,13	222,95	150,60	0,797686	-0,220847	0,154934
RP	78,64	80,14	80,40	81,57	79,92	82,05	79,42	0,358508	0,155136	0,355558
EM	14,04	16,23	15,50	15,64	14,77	17,03	14,87	0,679461	0,115301	0,200617
CPEN	15,87	14,70	18,27	17,45	17,86	15,30	17,94	-0,225527	0,367777	0,265368
TSS	8,50	8,10	7,31	8,57	8,62	8,35	7,64	-0,115488	-0,450250	0,122838
NS	301,18	373,05	300,02	240,76	260,76	335,57	309,34	0,388807	-0,124828	-0,436926
CS	3,82	3,96	4,04	3,94	4,05	3,92	3,91	0,179342	0,222759	0,311754
DS	2,88	3,01	3,06	3,04	3,01	2,97	3,03	0,140519	0,203008	0,269080
ES	1,97	2,06	2,16	2,20	2,05	1,97	1,97	0,066935	0,128420	0,405796
PH	4,33	4,38	4,46	4,21	4,35	4,39	4,47	0,117868	0,340728	-0,314107
A	0,36	0,40	0,32	0,39	0,36	0,38	0,33	0,193892	-0,455003	0,117091
T/A	23,56	20,52	23,64	22,59	24,79	23,18	23,89	-0,213022	0,189432	-0,011411
VC	34,62	37,64	32,82	34,52	37,94	47,62	25,09	0,173875	-0,085622	-0,001821

<sup>1</sup> NFP= número de frutos por plantas, PT= produção total, PMF= peso médio dos frutos, DP= diâmetro do caule a 10 cm, AP= altura da planta, PF= massa do fruto, DT= diâmetro transversal, C= comprimento do fruto, CT/DT= relação comprimento/largura, PP= massa fresca da placenta, P.pol.= massa da polpa, RP= rendimento da polpa, EM= espessura do mesocarpo, Cpen.= comprimento do pedúnculo, TSS= teor de sólidos solúveis, NS= número de sementes, CS= comprimento das sementes, DS= largura das sementes, ES=espessura da semente, pH=pH da polpa, A= acidez do fruto, T/A= relação do teor dos sólidos solúveis e acidez, VC= teor de ácido ascórbico.

Embora o grupo 1 venha a ter algumas características importantes para o processamento de frutos, esse grupo apresentou média inferior para o rendimento de polpa e espessura do mesocarpo (Tabela 17), colocando-o em uma posição desvantajosa em relação aos demais grupos formados.

Tabela 18 - Frequência absoluta das variáveis qualitativas em cada um dos sete grupos formados pelo modelo *Ward-MLM* para características quantitativas e qualitativas dos 138 genótipos de goiaba.

Variáveis <sup>1</sup>	GRUPOS						
	I (37)	II (25)	III (21)	IV (17)	V (13)	VI (14)	VII (11)
<b>Coloração da polpa</b>							
Branca	1	0	0	0	1	7	1
Rosa pálido	9	11	3	3	2	2	0
Rosa	26	12	16	14	10	3	6
Rosa escuro	1	1	2	0	0	1	4
Rosa alaranjado	0	1	0	0	0	0	0
<b>Superfície do fruto</b>							
Lisa	26	4	9	6	6	6	9
Áspero	10	17	10	10	7	7	2
Acidentado	1	4	2	1	0	0	0
<b>Formato do fruto/pedúnculo</b>							
Largamente arredondado	5	2	3	0	0	0	0
Arredondado	22	4	14	2	1	2	2
Truncado	3	16	2	5	1	5	4
Pontudo	7	3	2	10	2	2	3
Com pescoço	0	0	0	0	9	0	1
<b>Largura do pescoço</b>							
Estreito	0	0	0	0	0	0	0
Médio	0	0	0	0	3	0	0
Largo	0	0	0	0	6	0	1
<b>Uniformidade da polpa</b>							
Uniforme	21	17	19	6	8	13	9
Desuniforme	16	8	2	11	5	1	2
<b>Descoloração da polpa</b>							
Ausente	6	3	3	17	2	13	8
Presente	31	22	18	0	11	1	3

Entretanto, no que concerne às características das sementes, esse grupo apresentou uma das maiores médias para o número de sementes com valor de 301,19 e dimensões de comprimento de 3,82mm, diâmetro de 2,89mm e espessura de semente de 1,97mm (Tabela 17). Frutos com muitas sementes não são desejáveis para o consumo *in natura*, mas são imprescindíveis no planejamento de produção de mudas (Rebouças et al., 2008).

Os frutos, em sua maioria, tiveram formato arredondado com 22 genótipos, 21 para uniformidade da coloração da polpa e 31 para o escurecimento da polpa após o corte (Tabela 18).

O grupo 2 é composto por 25 genótipos (Tabela 16). Esse grupo, também, apresentou 12 genótipos com coloração da polpa rosa, 17 distribuídos uniformemente, mas com 22 dos genótipos tendo escurecimento da polpa após o corte do fruto. Para a superfície dos frutos, predominou a textura áspera com 17 e formato truncado com 16 (Tabela 18).

Também apresentou as maiores médias para a massa do fruto com valor de 291,34 g, com tamanhos de 77,42 mm e 89,95 mm para o diâmetro e comprimento, respectivamente. Também foi responsável pelas maiores médias para o peso da placenta, massa da polpa e acidez (Tabela 17). Esse grupo apresenta características exigidas pelo mercado para o consumo do fruto *in natura* (Kavati, 1997), tendo somente o inconveniente de possuir muitas sementes em seus frutos, com média de 373,06 sementes por fruto.

O grupo 3, composto por 21 genótipos (Tabela 16), caracteriza-se pela alta prolificidade, com valor de 30,10 frutos por planta (Tabela 17). Embora essa produtividade venha a ser inferior às das principais cultivares, como exemplo, a 'Paluma' com produtividade média de 188,82 frutos por planta. Os indivíduos desse grupo exercem importância por se tratar de genótipos adaptados às regiões Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro e com destaque para a produtividade.

O grupo 3, em sua maioria, apresentou 16 genótipos (Tabela 16) com coloração da polpa rosa, sendo 19 distribuídos uniformemente, mas com 18 de descoloração da polpa após o corte do fruto, 10 com superfície do fruto de textura áspera e 14 dos genótipos tiveram formato arredondado (Tabela 28). Segundo Jacomino et al. (2004), a descoloração da fruta ocorre como resultado da perda

de compartimentação que ocorre quando as células são quebradas, levando os substratos e as oxidases a entrarem em contato. O corte, também, induz a síntese de algumas enzimas envolvidas nas reações de escurecimento de substratos.

O grupo 4, composto por 17 genótipos (Tabela 16), apresentou a menor média para número de frutos por planta, com valor de 17,35, menor média para o peso total de frutos de 3923,06 g, número médio de sementes de 240,76 e pH com média de 4,21 (Tabela 17). O grupo 4, também, é formado por 14 de genótipos com coloração da polpa rosa, com 11 dos mesmos apresentando coloração desuniforme. Todos os genótipos desse grupo não tiveram descoloração da polpa após o corte dos frutos. Os frutos do grupo 4 apresentaram 10 genótipos com superfície áspera e formato pontudo com 10 indivíduos representantes (Tabela 18).

O grupo 5 formado por 13 genótipos (Tabela 16) se destacou principalmente pelas maiores médias para as seguintes características, teor de sólidos solúveis, comprimento médio de sementes e relação média de T/A, conferindo aos frutos desse grupo sabor mais adocicados em relação aos demais (Tabela 17). O teor de sólidos solúveis e a relação T/A garantem aos frutos, dupla destinação, ou seja, podem ser utilizados tanto para a produção de polpa como para o consumo *in natura* (Kavati, 1997).

O grupo 5, também, caracterizou-se por apresentar 10 genótipos (Tabela 16) com polpa de coloração rosa, distribuída uniformemente, com 8 indivíduos representantes na maioria e 11 com descoloração da polpa após o corte. A caracterização para a superfície do fruto foi áspera, tendo 7 genótipos, e 9 apresentaram formação de pescoço, tendo 6 genótipos com pescoço largo (Tabela 18)

O grupo 6, composto por 14 genótipos (Tabela 16), é formado, em sua maioria, por 7 indivíduos de frutos com coloração de polpa branca e superfície áspera, 5 apresentaram formato truncado, 13 tiveram coloração da polpa distribuída uniformemente e sem escurecimento da polpa após o corte do fruto (Tabela 18).

Esse grupo apresentou as maiores médias para as seguintes características: peso total de frutos com valor de 7520,16 g (7,52 Kg), rendimento

da polpa de 82,06 %, espessura do mesocarpo de 17,04 mm e vitamina C de 47,63 mg de ácido ascórbico (Tabela 17). Embora a oferta de goiaba branca, no Brasil, seja, ainda, pequena, quando comparada à oferta da goiaba vermelha, observa-se que esse grupo apresenta características favoráveis tanto para a indústria de processamento de alimentos como para o consumo *in natura*, podendo torná-las mais demandadas pelo mercado consumidor.

O grupo 7, composto por 11 genótipos (Tabela 16), é caracterizado por frutos pequenos em comparação aos demais grupos formados com média de 189,72 g para massa do fruto, com dimensões de 66,51 mm para o diâmetro do fruto e 78,68 mm para o comprimento do fruto. A menor média para peso da placenta bem como para massa da polpa, também, fizeram parte desse grupo. Os frutos do grupo 7 apresentaram ser menos ácidos do que os demais com pH de 4,47 e, também, com menor quantidade de vitamina C com valor de 25,09 mg de ácido ascórbico (Tabela 17).

O grupo 7, também, é característico por apresentar 6 indivíduos com frutos de coloração da polpa rosa e distribuída, uniformemente, com 9 representantes, com 8 genótipos sem escurecimento da cor da polpa após o corte, 9 apresentaram superfície do fruto lisa e com 4 para formato truncado (Tabela 18).

Observou-se que, através da análise das variáveis canônicas obtidas a partir do método *Ward MLM* para as 26 características em 138 genótipos (Tabela 17), as características que mais contribuíram para a divergência genética foram, hierarquicamente: massa da polpa (P.POL) com maior valor absoluto entre as variáveis de 0,7977, massa do fruto (PF) de 0,7684, diâmetro do fruto (DT) de 0,7220, espessura do mesocarpo de 0,6794 e peso médio de todos os frutos produzidos pelos genótipos pertencentes ao grupo (PMF) de 0,6391.

Os resultados da análise mostraram que foram necessárias as três primeiras variáveis canônicas para explicar uma variação acumulada de 80,72%; nesse estudo, a dispersão gráfica foi realizada em três dimensões (Figura 5). Pode-se afirmar que a análise reteve o máximo da variação disponível para as três primeiras variáveis.

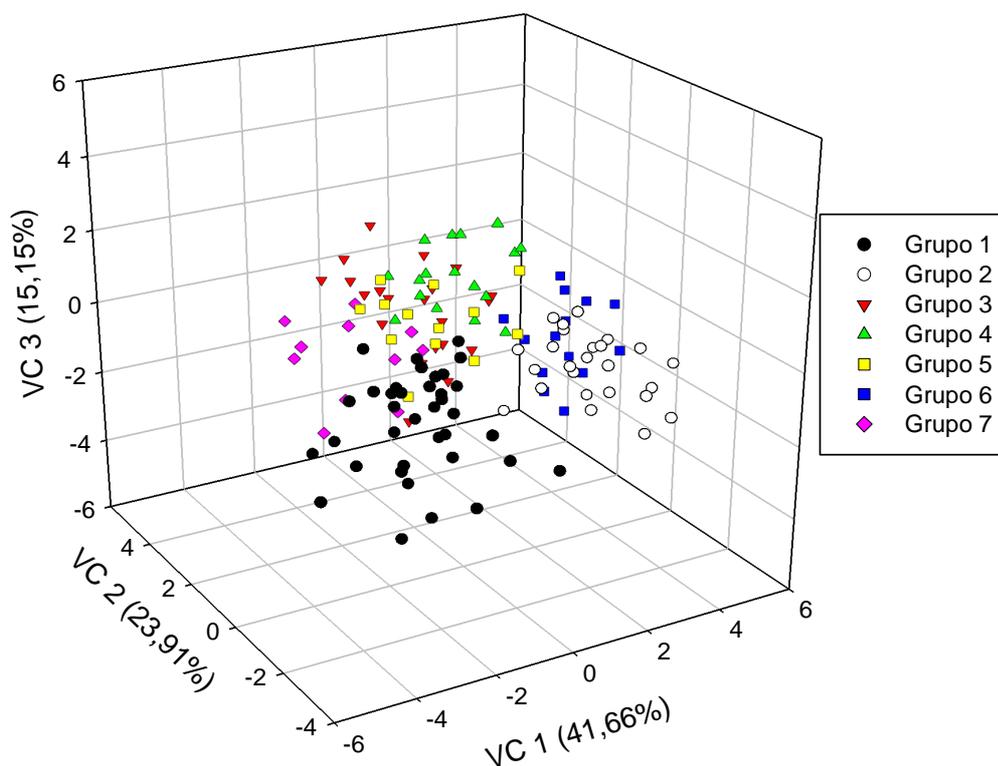


Figura 5 - Três primeiras variáveis canônicas para os sete grupos formados pelo método *Ward-MLM* para variáveis quantitativas e qualitativas em goiabeiras.

A identificação de genótipos mais divergentes foi realizada com base na dispersão gráfica (Figura 5) e confirmada através das distâncias entre pares de grupos (Tabela 19).

Tabela 19 - Distância entre os grupos formados pelo método *Ward-MLM* para variáveis quantitativas e qualitativas.

Grupos	1	2	3	4	5	6	7
1	0	19,43435	17,72320	14,12560	<b>10,54729</b>	<b>30,28274</b>	15,49984
2		0	<b>20,61718</b>	17,63886	20,37202	<b>11,22637</b>	<b>31,44933</b>
3			0	16,76170	17,16458	17,58432	<b>14,89574</b>
4				0	<b>9,91061</b>	<b>26,82640</b>	21,16538
5					0	29,09671	19,97305
6						0	<b>33,04503</b>
7							0

De acordo com a visualização gráfica e a tabela, foram identificados os grupos de genótipos mais similares e os mais divergentes. O grupo 1 esteve mais distante, geneticamente, do grupo 6 e mais próximo do grupo 5. O grupo 2 é mais divergente em relação ao grupo 7 e mais similar ao grupo 6. O grupo 3 se encontra mais distante, geneticamente, do grupo 2 e apresenta mais similaridade em relação ao grupo 7. O grupo 4 é mais divergente do que o grupo 6 e mais semelhante ao grupo 5. O grupo 5, também, é mais similar ao grupo 4, no entanto, mais divergente ao grupo 6. O grupo 6 se apresenta mais próximo, geneticamente, do grupo 2 e mais distante do grupo 7. O grupo 7 se apresenta mais divergente do grupo 6 e mais semelhante ao grupo 3.

#### **4.6 Cruzamentos potenciais para formação de nova população de trabalho**

Através dos resultados obtidos, pode-se orientar cruzamentos para futuros programas de melhoramento, visando à utilização prática da heterose entre os genótipos de *Psidium guajava* L.

Com base na Figura 3 e Tabela 6, para os agrupamentos formados pelo método *Ward-MLM* para variáveis quantitativas, pode-se inferir que cruzamentos entre os grupos 1 e 3 e 1 e 4 serão promissores para o aproveitamento da distância genética, traduzida na forma de heterose nos híbridos  $F_1$ . Entretanto, não basta que os genótipos sejam distantes geneticamente, mas que, também, permitam boa complementação alélica (Texeira, 2002). Sendo assim, não se deve observar as médias para as características fenotípicas expressas para as características de interesse para o melhoramento, bem como os genótipos precisam exibir, também, características de interesse para o mercado. Assim, o grupo 1 é responsável pelas maiores médias para as variáveis massa do fruto (PF), conferindo frutos grandes, massa da polpa (P.POL), espessura do mesocarpo (ES), o que resultou para esse grupo um rendimento de polpa considerado bom para a indústria de processamento de frutos e elevada acidez (A), tendo os genótipos 95, 7 e 122 como representantes para essas características. O grupo 3, foi responsável pelas maiores médias para o teor de sólidos solúveis (TSS) e vitamina C (VC), tendo os genótipos 70 e 31 como representantes. A indicação de cruzamentos para esses grupos poderá permitir

uma maior oportunidade de obtenção de genótipos com características favoráveis para o mercado consumidor, bem como para a indústria. Já o cruzamento do grupo 1 com o grupo 4 favorecerá a obtenção de genótipos com uma maior produção de frutos (NFP) e tamanhos (PF) desejáveis pela indústria de alimentos; os genótipos 95 e 44 podem ser indicados para cruzamentos.

Para os grupos obtidos pelo método das redes neurais artificiais, pode-se observar que os grupos mais divergentes foram o 1 e 4. A indicação de cruzamento entre os genótipos 44 e 70 possibilitará a obtenção de indivíduos que produzam muitos frutos (NFP) e com altos teores de sólidos solúveis (TSS), que podem ser utilizados para o consumo *in natura*, já que se trata de frutos mais adocicados. Os cruzamentos entre os grupo 1 e 5 possibilitarão maiores rendimentos de polpa, frutos com altos teores de vitamina C e uma maior produção de frutos.

Pelo método *Ward-MLM* para variáveis quantitativas e qualitativas, os grupos mais distantes foram os grupos 6 e 7, 2 e 7 e 1 e 6.

O cruzamento entre os indivíduos dos grupos 6 e 7 poderá favorecer a obtenção de indivíduos com boas características tanto para o rendimento da polpa (RP), vitamina C (VC) e com baixa acidez (A), podendo ser útil principalmente para o consumo *in natura*, tendo em vista que de acordo com (Filho, 2009), essas são as características desejáveis. Os genótipos indicados podem ser o 17 com o genótipo 20, ou 49 com o 20.

A indicação de cruzamentos entre indivíduos dos grupo 2 e 7, será promissor para a obtenção de indivíduos de frutos grandes, com maior peso de polpa (P.POL), peso de placenta (PP), maior quantidade de sementes (NS) e baixa acidez (A). Para o consumo *in natura* os frutos devem ter pouca quantidade de semente, no entanto, a região succulenta do endocarpo (onde estão localizado as sementes) pode ser utilizada pela indústria de alimentos com objetivo de aumentar o rendimento da polpa do fruto (Andrade et. al.,1993). Para tanto os cruzamentos entre os genótipos 121 e 59, 122 e 59, 95 e 59 se tornam justificáveis.

O cruzamento entre indivíduos dos grupos 1 e 6 poderá fornecer indivíduos com frutos com maiores rendimentos de polpa (RP), vitamina C (VC) e teor de sólidos solúveis (TSS), podendo-se inferir que os cruzamentos entre os genótipos

17 e 70 e 49 e 70 serão mais promissores para alcançar essas características de interesse.

## 6. RESUMO E CONCLUSÕES

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma espécie de grande importância econômica para o Brasil. Porém, a cultura possui problemas relacionados à variabilidade quanto ao formato, coloração e tamanho dos frutos, bem como ao alto grau de perecibilidade de frutos na fase de pós-colheita, o que dificulta a inserção do produto no mercado e a ampliação das exportações do mesmo.

O estudo da divergência genética é fundamental na seleção preliminar de indivíduos com características superiores adequadas à obtenção de híbridos com maior efeito heterótico, sendo essencial em programas de melhoramento genético. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a divergência genética entre 138 genótipos de goiabeira para 26 características físico-químicas e morfoagronômicas. O experimento foi instalado no Colégio Agrícola Antônio Sarlo, no município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro. A população em estudo se constituiu de 138 genótipos  $F_1$  de goiabeira, oriundos de cruzamentos de genitores com considerável grau de heterozigose.

Observou-se, na população, a presença de divergência genética entre os genótipos avaliados. As técnicas empregadas foram capazes de identificar essa divergência, sendo as informações resultantes importantes para o programa de melhoramento da cultura.

Os dados obtidos foram avaliados por aplicação das técnicas de Redes Neurais Artificiais e *Ward-MLM*, visando a identificar genótipos promissores e adequados para a utilização em Programas de Melhoramento da cultura.

O *Ward-MLM* forneceu 5 grupos para o agrupamento dos genótipos, e, por esse método, os grupos mais similares para as características quantitativas foram os grupos 2 e 5 com distância de 11,86 e os mais divergentes foram os grupos 1 e 3 com distância de 89,36.

Os grupo 1 e 3, por serem mais distantes geneticamente, podem ser indicados para cruzamento. Entretanto, vale ressaltar que não basta que os grupos sejam distantes geneticamente, mas também que permitam boa complementação alélica. Para tanto, há necessidade de se observar as médias fenotípicas expressas para as características de interesse para o melhoramento. Sendo assim, o grupo 1 produziu frutos com maior peso e o grupo 4 um maior número de frutos por planta, já que exibem características de interesse tanto para o produtor quanto para o mercado consumidor.

O grupo 1 foi responsável por frutos grandes e ácidos, sendo essas características de interesse para a indústria de processamento de alimentos. O grupo 4, apesar de frutos pequenos, foi responsável pelos maiores teores de sólidos solúveis e vitamina C, também, importantes não somente para a indústria de alimentos, mas também para o consumo *in natura*.

Os grupos 1 e 4 podem ser indicados para cruzamentos pelo aproveitamento da distância genética que foi de 78,25, traduzida na forma de heterose nos híbridos  $F_1$ .

Para as redes neurais artificiais, os grupos mais divergentes foram 1 e 4 com distância de 116,64 e os mais similares foram os grupos 4 e 5. O grupo 1, embora formado por, apenas, um genótipo, obteve, como destaque, uma maior produção de frutos. Já o grupo 4 obteve uma maior média para o teor de sólidos solúveis. Cruzamento entre genótipos deste grupo forneceria frutos com boas qualidades industriais e consumo *in natura*.

A utilização da análise discriminante de Anderson foi considerada útil para verificar a consistência do agrupamento proposto pela técnica das redes neurais artificiais e permitiu concluir que a formação de três grupos para a técnica rede

neural artificial seria o ideal para agrupar os genótipos com taxa de erro aparente de 83,34%, proporcionando mais confiabilidade ao agrupamento dos genótipos.

Pelo método *Ward-MLM*, para dados conjuntos, a formação de sete grupos foi responsável por alocar os genótipos. Os grupos mais similares foram o 4 e o 5 com distância de 9,91 e os mais distantes foram o 6 e o 7 com valor de 33,04. O cruzamento entre os grupos mais divergentes forneceria frutos com maiores rendimentos de polpa, vitamina C, pH, sendo essas características de qualidade industrial.

Verificou-se que as técnicas aplicadas foram capazes de separar, eficientemente, os genótipos em grupos distintos, havendo, dentro de cada grupo, homogeneidade e heterogeneidade entre os mesmos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adsule, R. N. Kadam, S. S. Guava. (1995) Handbook of fruit science and technology. *In: Salunke, D. K., Kadam, S. S., (eds.) Production, composition, storage, and processing.* New York, p. 419-433.
- Alasubrahmanyam, V.R. (1959) Studies on blossom biology of guava. *Indian Journal of Horticulture*, v.16, p.69-75.
- Alves, J.E. (2000) *Eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas na polinização da goiabeira (Psidium guajava L.)* Tese (Mestrado em Zootecnia) – Fortaleza-Ceará, Universidade Federal do Ceará- UFC, 140p.
- Alves, J.E., Freitas, B.M. (2007) Requerimento de polinização da goiabeira. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n 5 p. 1281-1286.
- Amaral Júnior, A.T.; Thiébaud, J.T.L. (1999) Análise multivariada na avaliação da diversidade genética em recursos genéticos vegetais. Apostila: CCTA- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 55p.
- Amaral Júnior, A.T.; Viana, A. P.; Gonçalves, L.S.A.; Barbosa, C. D. (2010). Procedimentos Multivariados em Recursos genéticos vegetais. *In: Pereira, T.N.S.(ed.). Germoplasma: Conservação, Manejo e Uso no Melhoramento de Plantas.* Viçosa, MG: Arca. p.205- 254.
- Anderson, T. W. (1958) *An introduction to multivariate statistical analysis.* New York: John Wiley, 221p.
- Andrade, J,de.S, Aragão, C. G., Ferreira, S. A. do N. (1993) Caracterização Física e Química dos Frutos de Araçá-Pera (*Psidium acutangulum* D.C.). *Acta Amazonica* v 23, n 2-3, p. 213-217.

- Araújo, J.S. Santos, C.A.F., Ribeiro, H.L.C., Rodrigues, M.A., Costa, T. P.P. Oliveira, M. M. de. (2008) Caracterização para crescimento e frutificação de acessos do banco de germoplasma de *Psidium* da Embrapa Semi-Árido. *Circular Técnica n.23*. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido-CPATSA.
- Assis, G. M. L., Euclides, R. F., Cruz, C. D., Valle, C. B. do (2003) Discriminação de espécies de *Brachiaria* baseada em diferentes grupos de caracteres morfológicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v 32, n 3, p. 576-584.
- Azzolini, M.; Jacomino, A. P.; Bron, I. U. (2004) Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 2, p. 139-145.
- Balasubrahmanyam, V.R. (1959) Studies on blossom biology of guava. *Indian Journal of Horticulture*, v.16, p.69-75,
- Barbosa, C.D. (2010) *Bioinformática e técnicas multivariadas na análise da divergência genética em Carica papaya L.* Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, 106p.
- Barbosa, C.D., Viana, A.P., Quintal, S.S.R., Pereira, M.G. (2011) Artificial Neural Network Analysis of Genetic Diversity in *Carica papaya L.* *Crop Breeding and Applied Biotechnology* v. 11, p. 224-231.
- Borém, A., Miranda, G. V. (2005) *Melhoramento de Plantas*. Viçosa: UFV, 525p.
- Boti, J.B. (2001) *Polinização entomófila da goiabeira (Psidium guajava L., Myrtaceae): Influência da distância de fragmentos florestais em Santa Teresa, Espírito Santo*. Tese (Mestrado em Entomologia) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa. -UFV 57p.
- Braga, A.P., Carvalho, A.P.L.F., Ludemir, T.B. (2000) *Redes Neurais Artificiais: teorias e aplicações*. Editora LTC, Rio de Janeiro, 250p.
- Cabral, P.D. S., Soares, T.C.B., Gonçalves, L. S.A., Amaral Júnior, A.T., Lima, A.B.P., Rodrigues, R., Matta, F.de P. (2010) Quantification of the diversity among common bean accessions using Ward-MLM strategy. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.45, n.10, p. 1124-1132.
- Cardoso, E.de A., Costa, J.T.A., Soares, I., Maracajá, P.B. (2011) Produtividade da Goiabeira 'Paluma' em Função da Adubação Mineral. *Revista Verde*, Mossoró-RN, v. 6, n. 2, p. 149-153.
- Carvalho, C.R.L., Mantovani, D.M.B., Carvalho, P.R.N., Moraes, R.M.M. (1990). *Análises químicas de alimentos*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 121p.

- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. (1990) *Pós-colheita de frutas e hortaliças. Fisiologia e manuseio*. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), ESAL, 293p.
- Corrêa, M.C.M.; Natale, W.; Prado, R.M.; Silva, M.A.C. (2002) Calagem superficial na cultura da goiabeira. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 17, Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura/ Embrapa oriental.
- Cruz, C. D.; Carneiro, P.C.S. (2006) *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. 2. ed. Viçosa: UFV, 585p.
- Cruz, C. D. (2006) *Programa Genes: estatística experimental e matrizes*. Viçosa: UFV, 285p.
- Dinesh, M.R., Vasugi, C. (2010) Guava improvement in India and future needs. *J. Hortl. Sci.* v. 5, n. 2, p. 94-108.
- Dutra, R.M.O., Sperandio, M., Coelho, J. (2009) O método Ward de agrupamento de dados e sua aplicação em associação com os Mapas Auto- Organizáveis de Kohonen. [www.labplan.ufsc.br/sperandio/ward22\\_final.pdf](http://www.labplan.ufsc.br/sperandio/ward22_final.pdf) Em 10/05/2010.
- Esteves, M.T. da C.; Carvalho, V.D. de. (1982) Modificações nos teores de amido, açúcares e grau de doçura de seis cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes estádios de maturação. *Ciência e Prática*, Lavras, v.6, n.2: 208-218.
- Esteves, M.T.C.; Carvalho, V.D.; Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B.; Paula, M.B. (1983) Caracterização dos frutos de seis cultivares de goiabeira na maturação. Determinações físicas e químicas. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 7, Florianópolis, SC:UFSC/SBF, p.477-489.
- Falconer, D.S. (1987) *Introdução à genética quantitativa*. Tradução de M.A.Silva e J.C. Silva. Viçosa: Imprensa Universitária, 279p.
- Faveret, P. F., Ormond J. G. P., Paula, S. R. L. (2000) *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura – Oportunidade de Negócios para Frutas*, p. 254-296.
- Filho, A.G. (2009) *Diversidade Genética em acessos de Goiabeiras (Psidium guajava L.) Provenientes de Bom Jesus do Itabapoana-RJ*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Campos dos Goytacazes –RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, 134p.
- Franco J, Crossa J, Villasenõr J, Taba S, et al. (1998). Classifying genetic resources by categorical and continuous variables. *Crop Sci.* v. 38, p. 1688-1696.
- Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A.T., Karasawa, M., Sudré, C.P. (2009) Heirloom tomato gene bank: assessing genetic divergence based on

morphological, agronomic and molecular data using a Ward- modified location model. *Genet. Mol. Res.* v. 8, n 1, p. 364-374.

- Gouveia, J. P. G.de., Almeida, F. de A. C., Medeiros, B.G.de S., Ribeiro, C. de F.A. (2004) Determinação de Características Físico-Química da Goiaba: Goiabeiras Adubadas no Semi-Árido da Paraíba. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v 6, n.1, p. 35-38.
- Gonzaga Neto, L.; Leodido, J.M.C.; Silva, E.E.G. (1997) Raleamento de frutos da goiabeira cv. Rica em Juazeiro, BA, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, p. 1281-1286.
- Gonzaga Neto L (2002) Introdução e avaliação de clones de goiabeira de polpa branca (*Psidium guajava* L.) na região do Submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura* v. 24, p. 120- 123.
- Gower, J.C. (1971) A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, v.27, p. 857-874.
- Haykin, S. (2001) *Redes neurais: princípios e prática*. Porto Alegre: Bookman, 900p.
- Hirano, R.T.; Nakasone, H.Y.(1969) Pollen germination and compatibility studies of some *Psidium* species. *Proceedings of the American Society*, v.94, p. 287–289.
- IBGE (2010) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2009. <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rj&tema=lavourapermanente2009>. Em 27/01/ 2010.
- Kavati, R. (1997) Cultivares. *Anais do Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiabeira*, 1., Jaboticabal: FCAVUNESP/FUNEP/GOIABRA, p.1-16.
- Kohonen, T. (1982) Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, Germany, v. 43, p. 59-69.
- Jacomino, A. P., Arruda, M. C. de., Moreira, R. C., Kluge, R. A. (2004) Processamento mínimo de frutas no Brasil. *Anais do Simposium “Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados em Oberoamérica” San José, Costa Rica*.
- Lima, M.A.; Durigan, J.F.; Pereira, F.M.; Ferraudó, A.S. (1999) Caracterização físico-química dos frutos de 19 genótipos de goiabeira, obtidos na FCAV UNESP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.21, n.3, p. 252-257.
- Lima, M. A. C.; Assis, J. S.; Neto, L. G. (2002) Caracterização dos frutos de goiabeiras e seleção de cultivares na região do sub-médio São Francisco *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 24, n 1, p. 273-276.

- Loarce, Y.; Gallego, R.; Ferrer, E.A. (1996) Comparative analysis of the genetic relationship between rye cultivars using RFLP and RAPD markers. *Euphytica*, Wageningen, v. 88, p. 107-115.
- Maia, G.A.; Oliveira, G.S.F.; Figueiredo, R.W.F.; Guimarães, A.C.L. (1998) *Tecnologia em processamento de sucos e polpas tropicais*. Brasília: ABEAS, v.1, p.104.
- Manica, I.; Kist, H.; Micheletto, E.L.; Krause, C.A. (1998) Competição entre quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.8, p. 1305- 1313.
- Medina, J.C. (1988) Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2.ed. Campinas: ITAL. *Série Frutas Tropicais*, 1-20p.
- Mingoti, A. S. (2007) *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: editora UFMG. 297p.
- Nascimento, T.B. do; Ramos, J.D.; Menezes, J.B. (1998) Características físico-químicas do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) produzido em diferentes épocas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.20, n.1: 33-38.
- Natale, W.; Rozane, D.E.; Souza, H.A. de.; Amorim, D.A.de (eds.) (2009) *Cultura da Goiaba- do Plantio à comercialização*. Jaboticabal, SP. Jaboticabal: Funesp,573p.
- Oliveira, M.G. (2008) *Divergência genética por meio de características morfoagronômicas e marcadores RAPD em aceroleira (Malpighia emarginata D.C.)*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense UENF, 84p.
- Oliveira, M. E. B. de Guerra, N. B., Maia, A. de H. N., Alves, R. E., Xavier, D. da S., Matos, N. M. dos S. (2009) Caracterização física de frutos do pequizeiro nativo da Chapada do Araripe – CE. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1196-1201.
- Olkin, I., Tate R. F (1961). Multivariate correlation models with mixed discrete and continuous variables. *Ann. Math. Statist.* v. 32, p. 448-465.
- Ortiz R, Crossa J, Franco J, Sevilla R, et al. (2008). Classification of Peruvian highland maize races using plant traits. *Genet. Res. Crop Evol.* v. 55, p. 151-162.
- Paiva, M.C.; Manica, I.; Fioravanço, J.C.; Kist, H. (1997) Caracterização química dos frutos de quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 19,(1): 57-63.

- Pereira, F. M. e Martinez Junior, M. (eds.) (1986) *Goiabas para industrialização*. Jaboticabal: UNESP. 142 p.
- Pereira, F.M.; Oioli, A.A.P.; Banzato, D.A. (1995) Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guajava*, L.) em câmaras de nebulização. *Científica*, São Paulo, v.11, n.2, p.239-244.
- Pereira, F. M.; Nachtigal, J.C. (2002) *Melhoramento de Fruteira*. In: Bruckner, C.H. (Ed) *Melhoramento da Goiabeira*. Viçosa, p.1-18.
- Pereira, T. M. (2009) Discriminação de Populações com Diferentes Graus de Similaridade por Redes Neurais Artificiais. Tese (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) Viçosa- MG, Universidade Federal de Viçosa- UFV, 88p.
- Pessanha, P.G.de O.; Viana, A.P.; Amaral Júnior, A.T.; Souza, R.M.de.; Texeira, M. C.; Pereira, M.G. (2011) Avaliação da Diversidade Genética em Acessos de *Psidium ssp.* Via marcadores RAPD. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v 33, n. 1, p. 129-136.
- Picoli, M. C. A. (2007) *Estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar utilizando agregados de redes neurais artificiais: estudo de caso usina Catanduva*. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), São José dos Campos – SP, INPE, 90p.
- Pommer C, Murakami KRN and Watlington F (2006) Goiaba no Mundo. *O Agrônomo* 58: 22-26.
- Rebouças, E. B.R., Gentil, D.F.O., Ferreira, S. A. do N. (2008) Caracterização Física de Frutos e Sementes de Goiaba-da-Costa-Rica, Produzidos em Manaus, Amazonas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 546-548.
- Sas Institute. (2000) *Statistical analysis system: user's guide*. Cary: SAS.
- Santos, R. R.; Martins, F. P.; Ribeiro, I. J. A.; Nascimento, L. M.; Igue, T. (1998) Avaliação de variedades de goiabeira em Monte Alegre do Sul- SP. *Bragantia*, v. 57, n. 1, p. 117-126.
- Santos, C. A. F., Côrrea, L.C. Costa, S. R. (2011) Genetic divergence among *Psidium* accessions based on biochemical and agronomic variables. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 11: 149-156.
- Silva, S. H. M. G. da, Moraes, W., Marque, E. S. H., Jorge, L. A. de C. (2005) Processamento digital de imagens para identificação da Sigatoka Negra. V *Congresso Brasileiro de Agroinformática*, Londrina: SBI-AGRO, v.1.
- Silva Junior, J. F, Bezerra, J.E.F, Lederman, I. E, Tavares J.A., Melo Neto ML (2008) Caracterización e evaluación de germoplasma de guayabo (*Psidium*

- guajava* L.) en la región semiárida Del Estado de Pernambuco, Brasil. *Caatinga* 21: 94-99.
- Silva, J.E.B.da., Neto, J. D. Gomes, J.P., Maciel, J.L., Silva, M.M.da., Lacerda, R.D.de. (2008) Avaliação do °Brix e pH de Frutos da Goiabeira em Função de Lâminas de Água e Adubação Nitrogenada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 43-52
- Singh, R.; Sehgal, O.P. (1968) Studies on the blossom biology of *Psidium guajava* L. (guava) Pollen studies stigma receptivity pollination and fruit set. *Indian Journal of Horticulture*, v.25, p.52-59.
- Soubihe Sobrinho, J. (1951) *Estudos básicos para o melhoramento da goiabeira (Psidium guajava L)*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Piracicaba-SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ, 166p.
- Sudré, C. P., Cruz, C. D., Rodrigues, R., Riva, E. M., Amaral Junior, A. T., Silva, D. J. H., Pereira, T. N. S. (2006) Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. *Horticultura Brasileira*, Campinas, v. 24, n. 1, p. 88-93.
- Sudré, C.P.; Gonçalves, I.S.A.; Rodrigues, R.; Amaral Júnior, A.T. do; Riva-Souza, E.M.; Bento, C.S. (2010) Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. *Genetics and Molecular Research*, v.9: 283-294
- Texeira, A.B. (2002) *Divergência genética em feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.) e Vigna spp. em interação com o ambiente*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal)- Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF. 85p.
- UPOV (1987) Guidelines for the conduct of test for distinctness, homogeneity and stability. Guava (*Psidium guajava* L.). Geneva, Switzerland. 29p.
- Ward Junior, J.H. (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, v.58, p.236-244.
- Watson, L.; Dallwitz, M.J. (2008) The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Available at: <http://deltaintkey.com>. Em 02/12/2010.
- Yadav, A.K. (2006) Guava. Fort Valley State University Agricultural Research Station. Captured in May 30. <http://www.ag.fvsu.edu/publicat/commoditysheets/fvsu003.htm>. Acesso em: 26/01/2011.

## 7. ANEXO

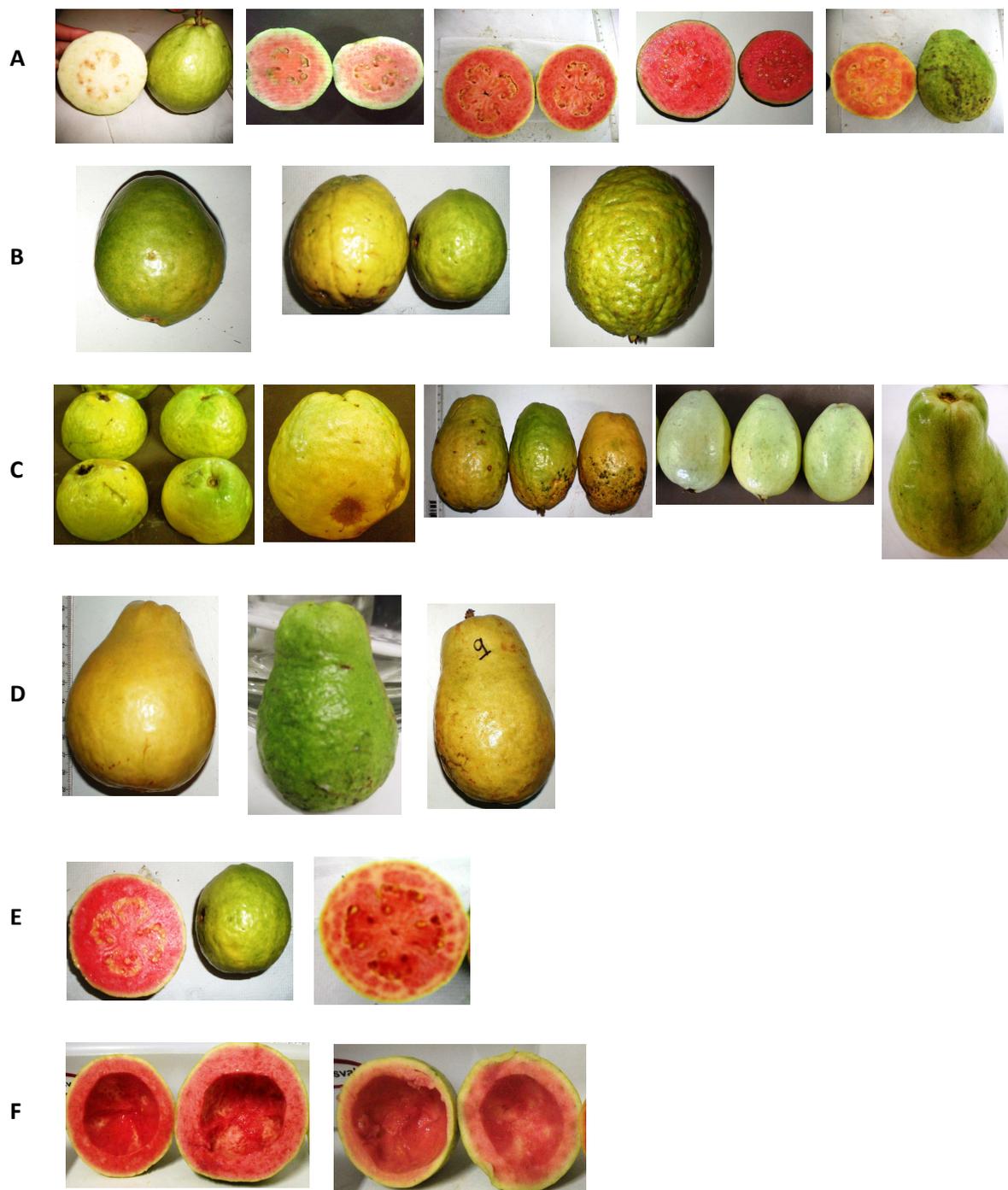


Figura - 1A Características qualitativas em frutos de *P. guajava* L. utilizados no experimento instalado em Campos dos Goytacazes – RJ, 2010. A) Coloração da polpa: branca, rosa – pálido, rosa, rosa – escuro, rosa – alaranjado; B) Superfície do fruto: lisa, áspera, acidentada; C) Formato do fruto final do pedúnculo: largamente arredondado, arredondado, truncado, pontudo, com pescoço; D) Largura do pescoço: estreito, médio, largo; E) Uniformidade da cor da polpa: uniforme, desuniforme; F) Descoloração da polpa após corte do fruto: ausente, presente.